afla. U. 95 n

Klügel

~~Jq. 5526 2~~

Astron Phys. Math

Matheſis. Aſtronomia. Syſtemata et methodi

713.

Anfangsgründe der Aſtronomie,

nebſt der

mathematiſchen Geographie, Schifffahrtskunde, Chronologie und Gnomonik.

Von

Georg Simon Klügel,

Profeſſor der Mathematik und Naturlehre zu Halle.

Mit drey Kupfertafeln.

Berlin und Stettin,

bey Friedrich Nicolai.

1793.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Dieſe Anfangsgründe der Aſtronomie und der davon abhängenden Wiſſenſchaften ſind ein beſonderer Abdruck eines Hauptſtücks aus dem dritten Theile der zweyten Auflage meiner Encyclopädie, um der aus dem zweyten Theile deſſelben Werkes gleichfalls beſonders abgedruckten Naturlehre zur Folge zu dienen, und mit dieſer ein Ganzes über die Naturwiſſenſchaft auszumachen. Ich hoffe auch dadurch denjenigen Lehrern einen Gefallen zu erweiſen, welche die Aſtronomie etwas ausführlicher vortragen wollen, ohne ſich auf

 ſchwe-

ſchwere Rechnungen einzulaſſen. Nach der Abſicht bey dieſem Abdrucke wäre es freylich nicht nöthig geweſen, die angewandte Aſtronomie beyzufügen; allein eine zur Aſtronomie gehörige Figur, die auf der dritten Tafel noch befindlich iſt, nöthigte mich dieſe Tafel anzuhängen, und um der übrigen Figuren willen dem dazu gehörigen Texte einen Platz einzuräumen.

Ich bemerke nur noch, daß ich zwar den Plan dieſer Abhandlung aus der erſten Ausgabe der Encyclopädie beybehalten, aber viele Zuſätze, in welchen die neueſten Entdeckungen beſchrieben ſind, beygefügt, und außerdem manche Verbeſſerungen gemacht habe.

Auf der Tabelle 161—164. l. tropiſche kleiner um 20′ 23″.

Die

Die
Aſtronomie.

Die Aſtronomie,

mit den davon abhängenden Wiſſenſchaften.

Dem erſten Anblicke nach ſcheint es unmöglich, die Geſtalt und Lage der Laufbahnen der Himmelskörper, die Zeiten, in welchen ſie ihre Bahnen vollenden, die Richtungen des Laufs und die Geſchwindigkeiten für jeden Augenblick, ihre Stellungen gegen einander, ihre ſcheinbaren Zuſammenkünfte, Verfinſterungen und Bedeckungen, ihre Größe, Geſtalt, Dichtigkeit und Maſſe, die gegenſeitigen Wirkungen ihrer Kräfte auf einander, und die Geſetze ihrer Bewegungen zu erforſchen. Dennoch iſt man durch Geometrie, hohe Rechenkunſt und Mechanik dahin gelangt, alles dieſes und mehreres unerforſchlich ſcheinendes mit ſehr großer Genauigkeit anzugeben. Nirgends entwickeln wir die Wirkungen der Natur ſo deutlich als am Himmel. Ein großes einfaches Geſetz regiert alle Bewegungen. Nichts fehlt uns, als nur noch die innere Natur der Kräfte ſelbſt zu kennen.

Keine Wiſſenſchaft iſt zu dem Grade der Vollkommenheit gebracht, deſſen ſich die Aſtronomie rühmen darf. Nur vor hundert Jahren etwa fing ſie erſt an, ſich demſelben zu nähern. So langſam iſt der Fortgang der menſchlichen Kenntniſſe, aber auch bewundernswürdig ſchnell, wenn man einmal auf dem rechten Wege iſt. Dreytauſend und mehr Jahre ſind nöthig geweſen, den Grund zur Aſtronomie zu legen. In einem Jahrhunderte hat man das Gebäude faſt ganz aufgeführt.

Der mannigfaltige Nutzen, den die aſtronomiſchen Wiſſenſchaften einem Staate ſchaffen, hat verurſacht, daß die Regierungen in den neuern Zeiten ſie vorzüglich begünſtigt haben. Allein, wenn man den Nutzen der Wiſſenſchaften nicht bloß darauf einſchränkt, daß ſie unſern phyſiſchen Bedürfniſſen abhelfen ſollen, ſondern ſie als die edelſte und angenehmſte Unterhaltung des Geiſtes anſieht, wodurch auch unſere moraliſche Natur theils unmittelbar, theils mittelbar verbeſſert werden ſoll, ſo behauptet in dieſer Abſicht die Aſtronomie einen ganz vorzüglichen Rang. Mit kühnem Fluge die Himmel durchſtreichen, den Weltkörpern ihre Wege gewiſſermaaßen vorſchreiben, iſt für Verſtand und Einbildungskraft eine der erhabenſten und befriedigendſten Beſchäfftigungen. Selbſt für das Herz iſt dieſe Wiſſenſchaft wohlthätig. Die unumſchränkte Macht und Weisheit des Schöpfers zeigt ſie uns am deutlichſten; ſie giebt uns Flügel, uns dem Urheber unſers Daſeyns und ſo vieler unzähligen Welten zu nähern.

Ich will mich bemühen, die Lehren der Aſtronomie, ſo weit ſie keine tiefſinnige Kenntniß der Mathematik erfordern, dem Leſer begreiflich zu machen, und ihn von den ſcheinbaren Bewegungen der Himmels-

melskörper zu der Entwickelung der wahren und zur Erforſchung der phyſiſchen Geſetze derſelben zu leiten. Der genaue Zuſammenhang aller Lehren wird etwas Anſtrengung erfordern. Ich hoffe, daß bey einer zweyten Durchleſung alles vollkommen deutlich ſeyn werde. Bey der erſten wolle der Leſer allenfalls nur auf die Reſultate der mathematiſchen Schlüſſe Acht geben, um das Ganze zuerſt zu faſſen.

Erſter Abſchnitt.

Scheinbare Bewegungen der Himmelskörper.

I. Die tägliche Bewegung.

1. Die Himmelskörper ſcheinen ſich an der Fläche eines großen Gewölbes zu befinden, welches unſere Erde von allen Seiten umgiebt. Der größte Theil derſelben, die Fixſterne, verändern ihre Lage gegeneinander nicht, oder nur faſt unmerklich wenig und ſehr langſam. Sechs ihnen an Licht und Größe ähnlich ſcheinende Körper, die Planeten, ſo wie auch die Sonne und der Mond, verändern ihren Stand, theils langſamer, theils geſchwinder. Einige, die Kometen, erſcheinen nur auf kurze Zeit.

2. In Anſehung unſerer haben alle dieſe Körper eine gemeinſchaftliche tägliche Bewegung. Die Sonne wird des Morgens in Oſten ſichtbar, durchläuft den Himmel in einem bald höhern bald niedrigern Kreisbogen, und geht in Weſten unter. Eben ſo der Mond. Die Fixſterne beſchreiben auch täglich Kreis-

bogen am Himmel, diejenigen, welche nicht weit von Süden aufgehen, nur kleine, andere beſchreiben größere Bogen; und in Norden iſt ein Theil des Himmels, deſſen Sterne einen ganzen Kreis beſchreiben, ſo daß ſie niemals untergehen. Dieſe Kreiſe werden immer kleiner, je näher ſie einem gewiſſen Sterne, der ſich faſt gar nicht zu bewegen ſcheint, dem **Polarſterne**, kommen.

3. Es drehet ſich alſo die große Himmelskugel um eine Linie, die man ſich von unſerm Standorte, nach einem unbeweglichen Puncte des Himmels, nahe bey dem Polarſterne, in Gedanken ziehen muß. Am deutlichſten wird man ſich die Erſcheinungen der täglichen Bewegung an einer künſtlichen Himmelskugel zeigen laſſen. Hier muß man ſich mit einer Zeichnung behelfen. Es ſey (Fig. 1.) PSpNP ein Kreis, durch deſſen Umdrehung um die Linie Pp eine Kugel beſchrieben wird, die uns hier die Himmelskugel abbildet. In dem Mittelpuncte C ſey das Auge, P ſtelle den unbeweglichen Punct des Himmels vor. Dieſer Punct heißt der **Nordpol**. Der ihm entgegengeſetzte p uns unſichtbare, heißt der **Südpol**. Die Linie Pp iſt die **Axe** der Himmelskugel. Die länglichrunde Figur NOSW ſtellt den **Geſichtskreis** oder den **Horizont** vor, welcher den ſichtbaren Theil des Himmels von dem darunterliegenden abſchneidet. Der Punct Z, der gerade über unſerm Haupte ſich befindet, oder derjenige, nach welchem die Richtung eines freyhängenden Gewichts geht, wird das **Zenith** genannt, ſo wie der ihm entgegengeſetzte n, unter unſern Füßen, das **Nadir**. Sie ſind die Pole des Horizonts. Der Kreis PZpnP, der durch die Pole und das Zenith geht, heißt der **Mittagskreis**, oder der **Meridian**, weil ſich die Sonne zu Mittage in ihm befindet. Jedes Geſtirn iſt über dem Horizont am höchſten erhaben,

ben, wenn es im Meridian ſteht. Die Durchſchnitts-puncte dieſes Kreiſes mit dem Geſichtskreiſe, S, N, heißen jener Süd, dieſer Nord. Die beiden zwiſchen ihnen in der Mitte liegenden, um 90 Grad von jedem entfernten Puncte des Horizonts O, W, heißen Oſt und Weſt. Der Durchſchnitt SN der Meridianfläche mit der Horizontfläche eines Ortes heißt die Mittags-linie.

4. Man halbire die beiden Halbkreiſe PZp, PNp in A und B, und lege durch dieſe einen Kreis AOBW, deſſen Fläche ſenkrecht auf die Axe Pp ſteht. Dieſer Kreis, der durch den Mittelpunct der Himmels-kugel geht, theilt dieſelbe in zwey gleiche Theile, in die nördliche Halbkugel auf der Seite des Nord-pols P, und die ſüdliche auf der Seite des Süd-pols p. Er heißt der Aequator, weil, wenn die Sonne in ihm ſich befindet, Tag und Nacht gleich ſind. Die kleinern mit ihm parallel liegenden Kreiſe heißen Parallelkreiſe. Jedes Geſtirn beſchreibt bey der täglichen Umdrehung des Himmels den Äquator, oder einen Parallelkreis. Iſt das erſtere, ſo hält es ſich über dem Horizonte ſo lange auf, als darunter, weil der Äquator von dem Horizonte in O und W hal-birt wird. Beſchreibt es einen ſüdlichen, wie EaDbE, ſo iſt es eine längere Zeit unſichtbar als ſichtbar, weil der Bogen bEa unter dem Geſichtskreiſe größer iſt, als der über demſelben befindliche aDb; beſchreibt es aber einen nördlichen Parallelkreis, wie GcFdG, ſo ge-ſchieht das Gegentheil, weil hier der Bogen cFd ober-halb des Horizontes größer iſt als der Bogen dGc un-ter demſelben. Es kann auch beſtändig über dem Horizonte bleiben, wenn der Parallelkreis HI dem Pole P ſo nahe liegt, daß er von dem Horizonte nicht geſchnitten wird, ſo wie es aus einer ähnlichen Urſa-che niemals über den Horizont eines Orts hervorkom-

men kann, wenn es einen Parallelkreis wie KL beſchreibt.

5. Der Winkel PCN der Weltaxe mit dem Horizonte, oder der Bogen PN, heißt die Polhöhe, und der Bogen SA die Höhe des Aequators. Beide machen zuſammen 90 Grad aus, weil AP ein Quadrant iſt. Der Bogen AZ vom Äquator bis zum Zenith iſt dem Bogen PN oder der Polhöhe gleich, weil beide mit ZP einen Quadranten ausmachen — Die Polhöhe von Berlin iſt 52° 31′ 30″, alſo die Höhe des Äquators 37° 28′ 30″.

6. Ein Kreis durch das Zenith Z ſenkrecht auf den Horizont nosw (Fig. 2.) gezogen, heißt ein Verticalkreis, wie ZSA. Die Bogen dieſer Verticalkreiſe vom Horizonte an gerechnet, meſſen die Höhe eines Geſtirns. Als, es ſey in S ein Stern, ſo iſt der Bogen AS die Höhe deſſelben, SZ ſeine Entfernung vom Zenith. Die Höhe eines Geſtirns iſt keine Linie, ſondern ein Winkel, derjenige, welchen die Linie SC von demſelben nach dem Beobachter in C mit der horizontalen CA in der ſenkrechten Ebene ZCSA macht. Die Bogen, wie SA, werden hier nur als Maaßen der Winkel gebraucht.

Überhaupt iſt die Größe der Kreiſe, welche wir an der ſcheinbaren Himmelskugel ziehen, unbeſtimmt. Wir wollen hier nur die Lage der nach den Himmelskörpern gezogenen Linien angeben, nicht die Länge der Linien ſelbſt. Auf der Oberfläche einer Kugel, ſie ſey ſo groß oder klein als man will, läßt ſich ſehr bequem die Lage der Linien bezeichnen, welche aus dem Mittelpuncte von einer unbeſtimmten Länge gezogen ſind. So gebraucht man bey Linien, die in einer Ebene liegen, den Kreis, die Winkel am Mittelpuncte anzugeben, wobey die Größe des Kreiſes ganz

will-

willkührlich iſt. Pol, Zenith, Durchſchnittspunct zweyer Kreiſe, ſind nicht Puncte in einer beſtimmten Entfernung, ſondern in einer beſtimmten Richtung.

7. Die Meſſung der Höhen iſt eine der öfterſten und wichtigſten Beobachtungen in der Aſtronomie. Man gebraucht dazu ein Werkzeug, das man einen Quadranten nennt. Es enthält dieſes einen in Grade und kleinere Theile eingetheilten Viertelbogen des Kreiſes AB (Fig. 3.). Das Inſtrument iſt auf einem Geſtelle um den Mittelpunct ſeiner Schwere beweglich. Längs des einen Halbmeſſers AC iſt ein Fernrohr befeſtigt, deſſen Mittellinie genau parallel mit der Linie durch den Mittelpunct C des Bogens und den erſten Theilungspunct in A ſeyn muß. In dem Brennpuncte des Objectivs kreuzen ſich ein paar Fäden, damit das Auge den Mittelpunct des Geſichtsfeldes (Campus) bemerken könne. An C hängt ein mit einem Gewichte beſchwerter Faden, CD herab. Wird nun das Fernrohr AC nach einem Sterne S gerichtet, daß derſelbe hinter dem Durchſchnitte der Fäden erſcheint, ſo iſt CD nach dem Zenith gerichtet, und ACD oder der Bogen AE iſt die Entfernung vom Zenith, ſo wie BCE oder BE die Höhe des Sterns iſt. Bey der Sonne und dem Monde mißt man die Höhe des obern oder des untern Randes, und zieht von jener die Hälfte des Winkels ab, unter welchem der Durchmeſſer dieſer Körper erſcheint, oder addirt ſie zu der Höhe des untern Randes, um die Höhe des Mittelpuncts zu erhalten. — Die Verfertigung eines ſolchen Inſtruments mit der gehörigen Genauigkeit iſt ſchwer. Eines von $2\frac{1}{2}$ Fuß im Halbmeſſer koſtet gegen 500 Rthlr. Man hat mehrerley Vorrichtungen daran, als hier beſchrieben ſind.

8. Der Bogen des Horizonts sA (Fig. 2.) zwiſchen dem Meridian sZPn und dem Verticalkreiſe des

Geſtirns ASZ, giebt die Lage des Verticalkreiſes gegen den Meridian oder den Winkel dieſer beiden Kreiſe sZA an. Man nennt dieſen Winkel das Azimuth des Geſtirns. Die Höhe und das Azimuth beſtimmen die Lage eines Geſtirns in Abſicht auf den Horizont. Die Meſſung des Azimuths macht Schwierigkeiten, und iſt meiſtens entbehrlich, weil es ſich durch andere Größen finden läßt. — Das berechnete Azimuth der Sonne für irgend einen Zeitpunct dient, die Abweichung der Magnetnadel zu finden. Denn dieſes Azimuth iſt der Winkel der Schattenlinie CA eines ſenkrechten Stabes ZC mit der Mittagslinie sC. Mißt man nun auch den Winkel, welchen die Schattenlinie mit der Richtung der Magnetnadel macht, ſo giebt der Unterſchied beider Winkel die Abweichung der Magnetnadel.

9. Die **Polhöhe** zu erfahren, ſuche man einen von den nie untergehenden Sternen aus, meſſe deſſelben kleinſte Höhe IN (Fig. 1.) und die größte HN, wenn er durch den Meridian geht. Der Unterſchied dieſer Höhen HI halb genommen giebt den Bogen HP oder PI, welchen man zu der kleinern Höhe NI addirt, oder von der größern ſubtrahirt, und dadurch die Polhöhe PN bekömmt.

10. Die Stelle eines jeden Sterns am Himmel in Abſicht auf den Äquator beſtimmt man auf folgende Art. Es ſey (Fig. 4.) durch den Stern S und die Pole P, p ein Kreis gezogen, welcher den Äquator ADB in D ſchneide. Der Bogen DS, oder der Winkel DCS am Mittelpuncte der Himmelskugel, iſt die Abweichung oder die Declination des Sterns, in der Figur nördlich. Sie iſt ſüdlich, wenn der Stern ſich auf der andern Seite des Äquators befindet. Der Kreis PSDp heißt ein Declinationskreis. Man er-

erfährt die Abweichung eines Geſtirns, wenn man die Höhe deſſelben HF im Meridian PZHN beobachtet. Die Puncte H, R ſind hier diejenigen, wo der Horizont den Meridian ſchneidet. Die Abweichung iſt der Unterſchied dieſer Höhe und der Höhe des Äquators HA. Die Stellen vieler Sterne genau zu beobachten, hat man beſondere groſe, an einer Mauer in der Mittagsfläche befeſtigte Quadranten, die 1000 bis 2000 Rthlr. koſten. — Umgekehrt kann man aus der Abweichung eines Geſtirns die Höhe des Äquators und daraus die Polhöhe erfahren.

11. Die Abweichung allein beſtimmt den Ort eines Geſtirns nicht. Man muß auch den Punct D angeben können, wo der Declinationskreis den Äquator ſchneidet. Man iſt übereingekommen, den Punct des Äquators E, wo ſich die Sonne in der Frühlingsnachtgleiche befindet, für den Anfangspunct zu nehmen, von welchem man die Bogen ED von Abend gegen Morgen zu rechnet. Dieſer Bogen ED oder der Winkel ECD heißt die Rectaſcenſion oder gerade Aufſteigung des Geſtirns.

12. Wie man die Rectaſcenſion ſelbſt erfahre, kann noch nicht gelehrt werden. Den Unterſchied der Rectaſcenſionen zweyer Geſtirne kann man mittelſt einer genauen Uhr durch die Beobachtung der Zeiten, wenn ſie durch den Meridian gehen, erfahren. Es ſey in s ein andrer Stern, deſſen Declination sd, die Rectaſcenſion Ed. Man beobachte heute die Zeit, zu welcher S durch den Meridian geht, z. E. 10 U. 48′ Abends, und die Zeit des Durchganges für s, welche 4 U. 15′ den folgenden Morgen ſey, den nächſten Tag gehe jener um 10 U. 44′ durch den Meridian. Der Himmel dreht ſich alſo nach der Uhr in 23 St. 56 Min. um die Erde, und der Bogen des Äqua-

Äquators Dd zwiſchen den Declinationskreiſen der beiden Sterne gebraucht 5 St. 27′ durch den Meridian zu gehen. Nun ſchließe man nach der Regel de tri, wie 23 St. 56′ zu 5 St. 27′, ſo 360 Grad (als der ganze Äquator) zu dem Bogen Dd, welcher 81° 59′ iſt. Dieſe 81° 59′ ſind der Unterſchied der Rectaſcenſion beider Geſtirne.

Zu dieſen Beobachtungen muß das Inſtrument, welches ein bloßes Fernrohr ohne Quadrant (Lunette de paſſage) ſeyn kann, in der Mittagsfläche geſtellt ſeyn.

13. Die Mittagslinie zu finden, beſchreibe man (Fig. 5.) auf einer horizontalen Ebene einige concentriſche Kreiſe, ſtelle in ihrem Mittelpuncte A eine Stange ſenkrecht, und beobachte Vormittags und Nachmittags die Puncte B und C, wo das Ende des Schattens in einen dieſer Kreiſe fällt. Man halbire den Bogen BC in M, ſo iſt AM die geſuchte Mittagslinie. Eben dieſes Verfahren nimmt man, der Sicherheit wegen, noch mit einem oder anderm Kreiſe, als bey b und c, vor.

14. Auch ohne ein in dem Meridian geſtelltes Fernrohr kann man die Zeit des Durchgangs durch den Meridian beobachten, wenn man vor und nach demſelben zwey Zeiten bemerkt, da das Geſtirn gleiche Höhen hat. Denn beide ſind von der Zeit des Durchganges gleich entfernt. Z. E. ein Stern hatte um 9 U. 8′ Ab. und um 1 U. 12′ M. gleiche Höhen, ſo iſt er um 11 U. 10′ durch den Meridian gegangen. Durch dergleichen Beobachtungen wird die Stellung eines Mauerquadranten und Meridian = Fernrohres berichtigt. Allein das Geſtirn muß ſeinen Ort am Himmel nicht verändert haben, oder man muß die Veränderung mit in Rechnung bringen. Dieſes Verfahren heißt, **correſpondirende Höhen** nehmen.

II.

II. Scheinbarer Lauf der Sonne.

15. Die Sonne verändert alle Tage ihren Stand am Himmel mit beſtimmten wiederkehrenden Abwechſelungen. Zur Zeit des längſten Tages ſteht ſie in unſern Gegenden zu Mittag hoch am Himmel; hernach nimmt dieſe Höhe allmählig ab, wird der Höhe des Äquators zur Zeit der Nachtgleiche gleich, hernach noch kleiner, bis auf eine gewiſſe Gränze zur Zeit des kürzeſten Tages, und fängt von da an wieder zuzunehmen. Die Stellen des Horizonts, wo ſie im Sommer auf⸗ und untergeht, liegen nach Norden, ſo wie des winterlichen Auf⸗ und Untergangs nach Süden. Nur um die Nachtgleichen geht ſie gerade in Oſten auf und in Weſten unter.

16. Man bemerke in der Gegend, wo die Sonne untergegangen iſt, irgend einen Stern, ſo wird man ihn nach wenig Tagen nicht mehr finden, weil er ſchon mit der Sonne untergegangen iſt, ſo wie hingegen diejenigen Sterne, die des Morgens kurz vor der Sonne bey dem Aufgangspuncte ſichtbar werden, nach einigen Wochen ſchon merklich früher aufgegangen ſind. Überhaupt gehen alle Sterne mit jedem Tage früher auf und früher unter. Nach einem Jahre fangen alle die gedachten Erſcheinungen wieder ihren vorigen Lauf an.

17. Die Sonne ſcheint alſo am Himmel jährlich von Abend gegen Morgen einen Kreis zu beſchreiben, deſſen eine Hälfte dieſſeits des Äquators, die andere jenſeits liegt. Er heißt die **Sonnenbahn** oder die **Ekliptik**. Die Durchſchnitte deſſelben mit dem Äquator heißen die **Aequinoctialpuncte** oder die Puncte der **Nachtgleiche**, weil zu der Zeit, da die Sonne ſich in ihnen befindet, Tag und Nacht gleich ſind, da der tägliche Kreis der Äquator iſt (4). Der Kreis

AOBW (Fig. 6.) ſtellt den Äquator vor, FOEW die Ekliptik, welche den Äquator in W und O ſchneidet. In W iſt die Sonne zur Frühlingsnachtgleiche, in O in der Herbſtnachtgleiche. Dort ſteigt ſie über den Äquator hinauf, hier ſenkt ſie ſich unter denſelben hinab. So wie die Sonne von W nach F fortrückt, werden die Bogen der täglichen Parallelkreiſe, die ſie beſchreibt, über dem Horizonte immer größer und die Tage länger (4.); hat ſie den vierten Theil ihrer Bahn WF beſchrieben, ſo iſt ihre Abweichung in F am größten, und die Tage ſind am längſten. Der Punct F heißt der **Sommerſtillſtandspunct.** Von da nehmen mit der Abweichung die Tage wiederum ab, bis ſie in dem herbſtlichen Durchſchnitte der Ekliptik mit dem Äquator O den Nächten gleich werden. Wenn die Sonne den ſüdlichen Theil ihrer Bahn beſchreibt, ſo ſind die Tage alle kürzer als die Nächte; am kürzeſten, wenn die Sonne in dem **Winterſtillſtandspuncte** in E iſt, der ebenfalls um 90 Grad von den Nachtgleichen abſteht. Die Parallelkreiſe, welche durch die Stillſtandspuncte gehen, heißen die **Wendekreiſe**, der durch den Sommerſtillſtandspunct F der Wendekreis des Krebſes, der durch den Winterſtillſtandspunct E der Wendekreis des Steinbocks. Dieſe Kreiſe ſind die (Fig. 1.) gezeichneten FG, DE. Man lege nemlich Fig. 1, auf Fig. 6, ſo daß die mit einerley Buchſtaben bezeichneten Puncte auf einander fallen. Alsdenn ſind FG und DE die Wendekreiſe. Die Puncte I, K, (Fig. 6.) welche in einer auf die Ekliptik durch den Mittelpunct C ſenkrechten Linie ICK liegen, und von allen Puncten der Ekliptik gleich weit abſtehen, ſind die **Pole der Ekliptik.** Dieſe beſchreiben bey der täglichen Umdrehung der Erde die Polarkreiſe IH, KL (Fig. 1.), um die Pole P, p des Äquators. Der Kreis PWpO (Fig.

(Fig. 6.), welcher durch die Pole des Äquators und die Nachtgleichen geht, heißt der **Colurus der Nachtgleichen**; der Kreis PFpE, welcher durch die Pole des Äquators und die Stillſtandspuncte F, E geht, der **Colurus der Stillſtandspuncte**.

18. Die Neigung der Ekliptik gegen den Äquator, oder der Winkel ACF der beiden Linien AC, FC, welche in dem Äquator und der Ekliptik ſenkrecht auf ihren Durchſchnitt OW gezogen ſind (Geom. 168.), wird durch die größte Abweichung der Sonne zur Zeit des Stillſtandes, AF oder BE, gemeſſen. Oder man beobachtet auch die größte und kleinſte Sonnenhöhe, und nimmt die Hälfte ihres Unterſchiedes. Dadurch findet man die gegenwärtige Neigung oder **Schiefe der Ekliptik** $23^\circ\ 27'\ 57''$ oder $23^\circ\ 28'$. Vor 2000 Jahren war ſie beynahe 24°.

19. Die **Lage der Nachtgleichen** zu beſtimmen, bedient man ſich am beſten folgender Methode. Es ſtellt (Fig. 6*) WO die eine Hälfte des Äquators, WFO die Ekliptik, und zwar die nördliche Hälfte vor; AF die größte Abweichung. Zu irgend einer Zeit vor dem Stillſtande, da die Sonne in C iſt, und ihre Rectaſcenſion WB, beobachte man den Unterſchied der Rectaſcenſionen zwiſchen der Sonne und einem Sterne; nach dem Stillſtande, wenn die Sonne in E eine Abweichung ED hat, welche der CB in C gleich iſt, beobachte man wieder den Unterſchied der Rectaſcenſion von demſelben Sterne. Dieſer iſt nun um BD größer oder kleiner als zur Zeit der erſten Beobachtung. Die Hälfte von BD iſt aber BA oder AD, der Abſtand von dem Colurus der Stillſtandspuncte, der durch AF geht. Das Complement dieſer Hälfte zu 90 Gr. iſt WB, die Rectaſcenſion der Sonne zur Zeit der erſten Beobachtung. Aus dieſer iſt nun auch die

Recta=

Rectaſcenſion des ausgeſuchten Sterns bekannt, und dadurch läßt ſich nunmehr die Rectaſcenſion eines jeden andern Geſtirns finden, wenn man den Unterſchied der Rectaſcenſion dieſes und jenes Sternes oder eines andern der Lage nach bekannten ſucht (12).

Weil die Sonne bey der zweyten Beobachtung zu Mittage nicht genau dieſelbe Abweichung hat, wie bey der erſten, ſo beobachtet man mehrere Tage hinter einander die Höhe der Sonne, und den Unterſchied der Rectaſcenſionen, um aus der Veränderung der Höhen die Zeit zu ſchließen, zu welcher die Abweichung genau der CB gleich war, und wie groß man zu derſelben den Unterſchied der Rectaſcenſion von dem Sterne annehmen müſſe.

20. Die Zeit, in welcher die Sonne ihren Umlauf am Himmel vollendet, oder die Länge des Jahrs, findet man, wenn man den Augenblick ſucht, in welchem die Sonne dieſelbe Abweichung in demſelben Viertheile der Ekliptik hat, als ſie vor einem Jahre hatte. Weil die Sonne heute über ein Jahr zu Mittage nie dieſelbe Abweichung hat, die ſie heute Mittag hat, ſo muß man ſich eben der Reduction wie in (19.) bedienen. Man nimmt aber gern zwey weit von einander entfernte Beobachtungen, und dividirt den Zwiſchenraum der Zeit durch die Anzahl der verfloſſenen Jahre, um die beym Beobachten begangenen Fehler auf mehrere Jahre zu vertheilen. Die Länge des Jahrs iſt nach den neueſten Beſtimmungen 365 T. 5 St. 48 M. 48 Sec.

21. Zu den Beobachtungen des Laufs der Sonne bedient man ſich, ehemals mehr als jetzt, der Gnomons, welches eigentlich ſenkrechte Stifte oder Stangen bedeutet, die Länge des Schattens dadurch zu beobachten. Um ſie ſehr lang zu machen, vertauſcht

tauſcht man ſie mit einem kleinen Loche, welches oben in einem hohen Gebäude angebracht wird, und das Bild der Sonne auf eine genau gezeichnete Mittagsli- nie fallen läßt. Der bekannteſte Gnomon dieſer Art iſt in der Kirche des H. Petronius in Bologna, deſſen Höhe 83 Fuß iſt. In der Domkirche zu Florenz iſt ein alter Gnomon von 277 Fuß Höhe wieder ausge- funden worden.

22. Den Bogen der Ekliptik WC (Fig. 6*) zwi- ſchen dem Orte der Sonne C und der Frühlingsnacht- gleiche W nennt man die **Länge der Sonne**.

23. Die Sonne rückt alle Tage faſt um einen Grad (genauer um 59′ 8″ 20‴) oder faſt doppelt ſo viel, als ihre Scheibe dem Winkel nach breit iſt, am Himmel vom Abend gegen Morgen fort. Wenn alſo ein Fixſtern ſeinen täglichen Umlauf am Himmel mit der Sonne zugleich anfängt, ſo vollendet er ihn etwas früher als die Sonne. Die Zeit zwiſchen zwey näch- ſten Durchgängen der Sonne durch den Meridian nennt man einen T a g. Die **Zeit der Umdrehung des Himmels** oder ein **Sterntag** iſt etwas kürzer, nemlich 23 St. 56 M. 4 Sec. Von der Ungleich- heit der Sonnentage in der Folge (167.).

24. Die Ekliptik iſt ein ſo wichtiger Kreis am Himmel, daß man ſich ihrer vorzüglich bedient, die Lagen der Geſtirne nach derſelben anzugeben. Nem- lich der Abſtand eines Geſtirnes von der Ekliptik heißt ſeine **Breite**, welche durch einen ſenkrechten Bogen auf die Ekliptik gemeſſen wird. Der Abſtand dieſes Bogens von der Frühlingsnachtgleiche, von Abend nach Morgen gerechnet, heißt die **Länge** des Geſtirns, ſo daß Breite und Länge in Abſicht auf die Ekliptik daſ- ſelbe ſind, was Declination und Rectaſcenſion in Ab- ſicht auf den Äquator, oder Höhe und Azimuth in Ab-

ſicht auf den Horizont. Die Trigonometrie lehrt, wie man dieſe Größen aus einander herzuleiten habe. Man muß ſich ja bemühen, von der Verbindung dieſer drey Kreiſe, des Horizonts, des Äquators und der Ekliptik, wie auch der auf ſie ſenkrecht geſtellten Kreiſe und der Lage ihrer Pole eine deutliche Vorſtellung zu erhalten.

III. Die Fixſterne.

25. Man hat ſehr früh die Sterne in gewiſſe Bilder oder Gruppen geſammelt. Ein Stern läßt ſich nicht gut bezeichnen und wieder finden, wenn man nicht auf ſeine Lage gegen andere Acht giebt. Einige Ähnlichkeit der Figur veranlaßte, daß man gewiſſe Bilder, z. B. ein Dreyeck, eine Krone, einen Rieſen u. d. gl. am Himmel fand. Die Einbildungskraft ſchuf mehrere, wenn man das Andenken berühmter Perſonen verewigen wollte. Man gebrauchte manche Sterngruppen als Symbole, um dadurch Verände⸗rungen am Himmel und auf der Erde zu bezeichnen, die ſich bey einer gewiſſen Lage der Sonne in Abſicht auf dieſelben ereigneten. Die Sterne dienten den Al⸗ten als ein Kalender. Weil wir der Sternbilder nicht entbehren können, ſo behalten wir die von dem Alter⸗thume uns überlieferten Bilder, ohne welche man die Alten nicht verſtehen kann, und haben dadurch den Vortheil einer allgemeinen aſtronomiſchen Sprache.

26. Die wichtigſten Sternbilder ſind die in dem Thierkreiſe. Man hat ſehr früh die Bahn der Son⸗ne in zwölf Theile eingetheilt, den zwölf Monaten des Jahrs zufolge. Und weil ein Mondenmonat faſt 30 Tage lang iſt, ſo hat man jeden Theil der Ekliptik in 30 Grade, und den ganzen Umfang in 360 Grade ge⸗theilt. Man bemerkte auch, daß der Mond und die Planeten ſich nicht über eine gewiſſe geringe Breite von

der

der Ekliptik entfernen, und zog auf beiden Seiten derſelben zwey ihr parallele Kreiſe in dem Abſtande von 8 oder 9 Graden. Die innerhalb dieſes Streifens befindlichen Sterne vertheilte man in zwölf Sternbilder, welche man die himmliſchen Zeichen nannte. Weil ſie faſt alle Thiere ſind, ſo heißt der Streifen der Thierkreis, oder der Zodiacus.

27. Dieſe Sternbilder ſind, von der Frühlingsnachtgleiche an gerechnet, nach ihrem ehemaligen Stande:

1.	Der Widder,	♈	7.	Die Wage,	♎
2.	Der Stier,	♉	8.	Der Scorpion,	♏
3.	Die Zwillinge,	♊	9.	Der Schütze,	♐
4.	Der Krebs,	♋	10.	Der Steinbock,	♑
5.	Der Löwe,	♌	11.	Der Waſſerm.	♒
6.	Die Jungfrau,	♍	12.	Die Fiſche.	♓

Den Urſprung dieſer Bilder leitet man gewöhnlich aus der griechiſchen Fabellehre her, und findet in ihnen eine Beziehung auf die Jahrszeiten, zu welchen ehemals die Sonne in ihnen ſich aufhielt. Einige ſehen ſie als Symbole der vornehmſten Ägyptiſchen Götter an, z. B. den Stier als das Bild des Apis, den Löwen und die Jungfrau als Bilder des Oſiris und der Iſis. Die Aſtronomie iſt allerdings älter als die griechiſche Mythologie, und man wird am wahrſcheinlichſten den Urſprung der Sternbilder des Thierkreiſes in Ägypten, einem früh cultivirten Lande, zu ſuchen haben. Vermuthlich haben wir in dem Thierkreiſe noch die Überbleibſel des älteſten ägyptiſchen Kalenders. Der Sommerſtillſtand der Sonne, die Überſchwemmung des Nils, das Zurücktreten ſeines Gewäſſers, die Beſtellung der Felder, die Blüthezeit des Getreides, die Erndte ſcheinen durch die Sternbilder, welche etwa vor 3500 Jahren des Abends bei unter-

gehenden Sonne gegenüber aufgingen, oder des Morgens kurz vor der Dämmerung untergiengen, angedeutet zu ſeyn. Alle Sternbilder des Thierkreiſes laſſen ſich zwar auf dieſe Art nicht erklären, aber bey den meiſten iſt dieſe ſymboliſche Beziehung ſehr natürlich.

28. Vor etwa 2800 Jahren war die Frühlingsnachtgleiche in der Mitte des Widders, daher dieſes Sternbild den Anfang machte. Gegenwärtig liegt das Sternbild des Widders ganz in dem zweyten Zeichen, und die Frühlingsnachtgleiche iſt in den Fiſchen. Wenn alſo der Ort eines Planeten oder eines andern Weltkörpers in ein gewiſſes Zeichen, z. B. den Löwen, geſetzt wird, ſo muß man ihn in dem vorhergehenden Sternbilde, dem Krebſe, ſuchen. Darum muß man jetzt wohl unterſcheiden: Sternbild z. B. des Löwen, und das Zeichen, welches den Namen dieſes Bildes führt.

29. Die Veränderung in der Lage der Äquinoctialpuncte, welche von Morgen gegen Abend geſchieht, und das Vorrücken der Nachtgleichen heißt, beträgt alle Jahr nur $50\frac{1}{4}$ Secunden, oder in $71\frac{1}{2}$ Jahren einen Grad. Dadurch wird die Länge aller Fixſterne um eben ſo viel vermehrt. Außer dieſer allen Fixſternen gemeinſchaftlichen ſcheinbaren Bewegung nach der Länge beobachtet man noch an ihnen ſehr kleine Veränderungen in der Länge und Breite, die ſich nicht gleich ſind. Die gemeinſchaftliche Zunahme der Länge iſt unerklärbar, wenn man dem ſinnlichen Anſcheine nach den ganzen Himmel ſich täglich um die Erde drehen läßt. In dem Abſchnitte von der phyſiſchen Aſtronomie wird der Grund dieſer Erſcheinungen angegeben werden.

30. Außer den zwölf Sternbildern des Thierkreiſes haben die Alten noch 36 Sternbilder gemacht, näm=

nämlich 21 am nördlichen Himmel, und 15 am ſüdlichen. Die nördlichen Sternbilder ſind: der kleine Bär, der große Bär, der nordliche Drache, Cepheus, Caſſiopeia, Andromeda, Perſeus mit dem Kopfe der Meduſa, Pegaſus, das kleine Pferd, der nordliche Triangel, der Fuhrmann, Bootes oder der Bärenhüter, die nordliche Krone, der Schlangenträger, die Schlange, der Herkules, der Adler, der Pfeil, der Geyer mit der Leyer, der Schwan, der Delphin.

Die ſüdlichen ſind: der Orion, der Wallfiſch, der Fluß Eridanus, der Haſe, der kleine Hund, der große Hund, die Hydra oder große Waſſerſchlange, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, der ſüdliche Fiſch, das Schiff Argo, die ſüdliche Krone.

Dieſe Sternbilder haben meiſtens eine ſehr kenntliche Beziehung auf die griechiſche Helden- und Göttergeſchichte, insbeſondere auf den Zug der Argonauten, der etwa 1200 Jahr vor Chriſti Geburt unternommen iſt.

31. Die 48 Sternbilder der Alten enthalten, nach dem von ihnen durch Ptolemäus uns überlieferten Verzeichniſſe, 1022 Sterne. Sie zählten darunter 15 Sterne von der erſten Größe, 45 von der zweyten, 208 von der dritten, 474 von der vierten, 217 von der fünften, und 49 von der ſechsten, nebſt 5 neblichten und 9 dunklen oder unſcheinbaren. Zu den alten Sternbildern gehören noch das Haupthaar der Berenice, welches einer Ägyptiſchen Königin zu Ehren an den Himmel geſetzt ward, und Antinous, der mit dem Adler vergeſellſchaftet iſt.

32. Die Neuern haben noch am nördlichen Himmel 14 Sternbilder hinzugefügt, unter welchen das neueſte das zu Friedrichs des Großen Ehre zwiſchen Cepheus, die Caſſiopeia, Andromeda und den Pegaſus geſetzte iſt *). Sie enthalten nur drey Sterne von der dritten Größe. An dem ſüdlichen Himmel ſind 18 Sternbilder hinzugekommen, in welchen ſich ein Stern der erſten Größe und 7 von der zweyten finden. Noch hat der unermüdete Abbe' de la Caille aus den von ihm beobachteten Sternen um den Südpol 14 neue Sternbilder gemacht, oder eigentlich 12 neue und 2 veränderte. Jene enthalten aber nur 2 Sterne der dritten und 4 der vierten Größe. Um den Südpol ſind weder ſo viele noch ſo glänzende Sterne, als um den Nordpol.

33. Überhaupt ſind etwa 3000 mit bloßen Augen ſichtbare Sterne am ganzen Himmel gezählt. In dem Verzeichniſſe, welches Funk nach Vaugondy in ſeiner Anleitung zur Kenntniß der Geſtirne geliefert hat, ſind 3121 Sterne aufgeführt, darunter 20 von der erſten Größe, 57 von der zweyten, 200 etwa von der dritten, 400 von der vierten, 800 von der fünften und 1640 von der ſechsten Größe ſind. Die Anzahl derer, die uns die Fernröhre noch entdecken, iſt unzählig. De la Caille hat allein am ſüdlichen Himmel gegen 10000 Sterne beobachtet. Herr de la Lande hat am nordlichen Himmel vom Pole bis zum 45ſten Grad die Stellen von 8000 Sternen beſtimmt, die bisher noch in keinem Sternverzeichniſſe vorkommen, und gedenkt in wenigen Jahren 25000 Sterne beobachtet zu haben.

34. Einigen Sternen hat man beſondere Namen gegeben, als, Aldebaran oder das Auge des Stiers, An-

*) Die Abbildung in Bode's aſtronomiſchem Jahrbuche für 1790.

Antares im Scorpion, Arkturus im Bootes, Sirius oder Hundsſtern im großen Hunde, Caſtor und Pollux in den Zwillingen, die Glucke oder die Plejaden, oder das Siebengeſtirn, ſechs kleine Sterne im Stier, der Jakobsſtab, drey Sterne im Orion, Rigel in eben demſelben, u. m., deren Namen größtentheils arabiſch ſind. Die Sterne eines jeden Sternbildes werden durch Buchſtaben bezeichnet, und zum Theil durch Zahlen, wodurch ein Aſtronom ſich dem andern ganz leicht verſtändlich macht.

35. Sehr merkwürdig iſt der helle Bogen, welcher das ganze Sterngewölbe faſt in der Lage eines großen Kreiſes ununterbrochen umgiebt, nämlich die **Milchſtraße.** Ihr Schimmer iſt in dem Schiffe Argo am lebhafteſten. Im Adler und den benachbarten Sternbildern iſt ſie am breiteſten. Vom Schwane bis zum Scorpion, etwa auf ein Drittheil ihres Umfanges, theilt ſie ſich in zwey Arme. Der Nordpol dieſes Sterngürtels liegt nahe über dem Haupthaare der Berenice nördlich, der Südpol auf einem der Vorderſchenkel des Wallfiſches. Der weißliche Schimmer der Milchſtraße iſt das vermiſchte Licht einer unzähligen Menge kleiner Sterne, welche durch ſtark vergrößernde Fernröhre auf dem ſchwarzen Grunde des Himmels getrennt erſcheinen. Unſer berühmter Landsmann in England, Herſchel, fand durch ſein zwanzigfüßiges Spiegelteleſkop an manchen Stellen der Milchſtraße in einem Raume von 15 Min. Weite gegen 600 Sterne, alſo in einem Raume, ſo groß als die Sonne oder der Mond zu bedecken ſcheinen, auf 2400. Das Syſtem von Sternen, zu welchem unſere Sonne gehört, mag nach dem Umfange der Milchſtraße hin am weiteſten ausgedehnt ſeyn, ſo weit, daß ſelbſt ſehr gute Fernröhre die Sterne der letzten

Reihen nicht zu entdecken vermögen. Oder die Milchſtraße iſt wirklich ein unbegreiflich großer Ring von Sternen oder Sternſyſtemen, welche das Syſtem der nähern, einzeln erſcheinenden Sterne in einer großen Entfernung umgeben, wie die Planeten unſere Sonne. Dieſes Centralſyſtem von Sternen oder Sonnen ſcheint aber auch nach der Milchſtraße hin einen größern Umfang zu haben, als nach den Polen dieſes Gürtels. Denn um dieſe Pole herum zeigt ſich der Himmel ausnehmend klar, nach der Milchſtraße hin wird der Grund des Himmels gleichſam trübe, von dem undeutlichen Lichte vieler ſehr entfernten Sterne.

36. Die Fernröhre zeigen am Himmel eine große Menge kleiner weißlichen Flecken von verſchiedenem Glanze, von welchen manche durch ſtarke Vergrößerungen als Häuflein kleiner Sternchen, oft auf einem neblichten Grunde, erſcheinen. Man nennt dieſe Sternſammlungen Nebelſterne oder Nebelflecke. Es ſind ohnezweifel Syſteme von Sternen, von welchen manche größer ſeyn mögen, als das ganze Syſtem, zu welchem unſere Sonne gehört, mit den Sternen der Milchſtraße zuſammen genommen. Die Auflösbarkeit einiger Nebelflecke in abgeſonderte Sternchen beweiſet, daß ſie alle ſich auflöſen laſſen würden, wenn unſere Fernröhre noch ſtärker gemacht werden möchten. Der merkwürdigſte unter allen Nebelflecken iſt an dem Schwerdte des Orion befindlich; durch ein ſtarkes Teleſkop zeigt er ſich wolkicht. Im Gürtel der Andromeda iſt auch ein merkwürdiger, den bloßen Augen ſichtbarer Nebelfleck, in Geſtalt eines gedoppelten Kegels über einer gemeinſchaftlichen Grundfläche. In dem Sternbilde des Fuchſes iſt ein zwar dem Anſcheine nach nicht großer Nebelfleck, der aber ſehr ausgedehnt ſeyn muß, weil er in einem Theile noch in einzelne

Sterne

Sterne auflösbar iſt, in einem andern bloß einfarbiges Licht, und in einem dritten nur einen milchartigen Schimmer zeigt. Herſchel hat auch bey ſeinen Muſterungen des Himmels einen ovalen, ringförmigen Nebelfleck gefunden. Nahe bey dem Südpole befinden ſich ein paar merkwürdige weiße Stellen, die man die Capwolken zu nennen pflegt, ohnezweifel ein Paar uns näherer Sternſyſteme. Hier ſind auch noch zwey ſehr ſchwarze Flecke am Himmel, neben der Milchſtraße, von beträchtlicher Größe, die man bey dem erſten Anblicke für dunkle Wolken halten würde. Vor Hrn. Herſchel zählte man nicht viel über hundert Nebelflecke; er allein hat ſchon zweytauſend gefunden, und ſie in ein Verzeichniß gebracht.

Im Krebſe zeigt ſich den bloßen Augen ein Sternwölkchen, durch Fernröhre eine Sterngruppe von etwa 40 kleinen hellen Sternen auf einem ſehr ſchwarzen Grunde, vielleicht ein zu unſerm Syſtem gehöriges, an den Gränzen befindliches Partialſyſtem. Ein ähnliches mag auch das Siebengeſtirn (die Plejaden) im Stier ſeyn, in welchem gute Augen ſechs oder ſieben Sternchen erkennen, und Fernröhre etwa 120 zeigen.

37. Einige Sterne verändern ihren Glanz periodiſch. Schon vor 200 Jahren ward ein veränderlicher Stern am Halſe des Wallfiſches entdeckt, der ſich bald als ein Stern von der dritten oder gar zweyten Größe zeigt, bald mit bloßen Augen nicht zu erkennen iſt. Der mittlere Zeitraum der Abwechslungen beträgt nach Herſchels Berechnung 331 T. 10 St. 19 M. Ein kleiner Stern am Halſe des Schwans verändert ſich während 405 Tagen, aber nicht ganz gleich, und ſcheint jetzt bey der fünften Größe bleiben. Ein anderer Stern,

auf der Bruſt des Schwans, war ſonſt veränderlich, iſt aber jetzt ſchon lange Zeit von der ſechsten Größe. Bisweilen iſt die Periode der Lichtabwechslungen ſehr kurz. Sie beträgt bey Algol, am Kopfe der Meduſa, nur gegen 69 Stunden, ſo aber, daß dieſer Stern nur etwa $3\frac{1}{2}$ Stunde Zeit gebraucht, um von der zweyten Größe auf die vierte herabzuſinken, und in eben der Zeit wieder zur zweyten gelangt. Die Dauer der größten Lichtſchwäche iſt 15 oder 20 bis 25 Minuten. Im Antinous iſt ein Stern, deſſen Lichtveränderungen ſich in dem Zeitraume von 7 Tagen und 4 bis 5 St. ereignen, auch in ungleicher Maaße, und von der dritten bis zur fünften Größe. Ein Stern in der Leyer, der nächſte kenntliche bey dem hellen Sterne dieſes Bildes, verändert ſich von der dritten bis zur 4ten oder 5ten Größe, in einer noch nicht ſicher beſtimmten Periode von 6 T. 9 St. oder 12 T. 19 St. Es ſind noch mehrere Sterne, an welchen man eine Veränderlichkeit des Lichtes beobachtet hat. Ein Stern am Kopfe des Fuchſes, der im Jahr 1670 von der dritten Größe erſchien, verſchwand, ward wieder ſichtbar, gelangte bis zu jener Größe, nahm ab und zu, und verlohr ſich nach dem März 1672 gänzlich. Bey dem Schwanze der Hydra iſt ein Stern ſeit 1704 bis 1712 fünfmal aufs neue ſichtbar geworden, nachher aber ganz verſchwunden.

38. Einige Sterne haben an Glänze abgenommen, andere ſind heller geworden, z. B. der Stern im Vierecke des großen Bären zunächſt am Schwanze iſt jetzt kaum von der dritten Größe, da Bayer ihm noch unter den ſieben großen Sternen dieſes Bildes die vierte Stelle giebt. Die drey Sterne im Schwanze ſcheinen jetzt größer, als die im Vierecke. Der helle Stern im Adler, der ſonſt zur zweyten

ten Claſſe gerechnet ward, muß jetzt unter die Sterne der erſten Größe geſetzt werden. — Verſchiedene von ältern Aſtronomen verzeichnete Sterne werden vermißt; dagegen ſind neue Sterne bemerkt, die in den ältern Verzeichniſſen nicht vorkommen, ob ſie gleich, den Umſtänden nach, darin hätten Platz finden ſollen. Bey dieſen Unterſuchungen muß man ſich mit Sorgfalt von der Richtigkeit der ältern Beobachtungen und Verzeichniſſe verſichern.

39. Merkwürdig ſind Erſcheinungen **neuer Sterne** am Himmel. Die ältere Geſchichte erwähnt ſchon einiger; genaue Nachrichten aber hat man nur von zwey Naturbegebenheiten dieſer Art. Im Jahr 1572. erſchien in der Caſſiopeia ein neuer Stern, der gleich vom Anfange an ſo hell glänzte, daß er den Sirius weit übertraf. Nach einigen Wochen nahm ſein Licht ab, und nach 16 oder 17 Monaten war er ganz verſchwunden. Es verdient bemerkt zu werden, daß in den Jahren 945 und 1264 zwiſchen der Caſſiopeia und dem Cepheus ſich auch ein neuer Stern gezeigt haben ſoll. Nicht lange nachher, im J. 1604, erſchien im Schlangenträger ein eben ſo heller Stern, als der in der Caſſiopeia geweſen war, und verſchwand nach einem Jahre. Der vorher (37.) erwähnte Stern am Kopfe des Fuchſes könnte auch ein neuer Stern, wie dieſe beiden, geweſen ſeyn. Ob ſie wirklich ſolche Weltkörper geweſen ſind, als unſere Sonne und die Fixſterne, iſt die Frage. Es kann in den großen Himmelsräumen Meteore geben, wie in unſerer Atmoſphäre.

40. Die Lage mancher Sterne hat ſich ein wenig geändert. Am merklichſten iſt die Veränderung des Ortes am Arkturus, vielleicht dem uns nächſten Sterne. Doch beträgt ſie für dieſen in 50

Jahren nur 71 Sec. in der Rectaſcenſion und 115 Sec. in der Declination. Für den Sirius iſt ſie etwa halb ſo groß. Es ſind ſowol kleinere als größere Sterne in allen Gegenden des Himmels, an welchen man Veränderungen des Orts bemerkt hat. Dieſe ſind ohnezweifel zum Theil einer Bewegung unſerer Sonne zuzuſchreiben. Doch hievon wird in der Folge beſſer und überzeugender gehandelt werden können. Auch in den unermeßlichen Himmelsräumen iſt ein unabläſſiges Wirken der Naturkräfte. Die Himmelskörper wallen über und unter und neben einander hin, die großen Syſteme, wie die kleinern und wie die einzelnen Körper.

41. Das Zodiakallicht verdient noch einer Erwähnung. Es iſt ein lanzenförmiger Schein, faſt wie das Licht der Milchſtraße, welches ſich zu gewiſſen Jahrszeiten kurz nach Untergange oder kurz vor Aufgang der Sonne längs dem Thierkreiſe ſehen läßt. Im Anfang des März um 7 Uhr Abends ſieht man es am beſten. Man leitet dieſes Licht am wahrſcheinlichſten von der Atmoſphäre der Sonne her.

42. Die Sterne von einander unterſcheiden und kennen zu lernen, iſt das beſte Mittel, daß man ſich einige der merkwürdigſten Sternbilder zeigen laſſe, und hernach vermittelſt einer Himmelskugel und Himmelscharten, als der Doppelmayerſchen, ſeine Bekanntſchaft mit dem Himmel erweitere. Anſtatt der Himmelskugel können auch die Sternkegel dienen, welche Funk zum zweytenmal ſehr verbeſſert herausgegeben hat. Herrn Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, ſechste Auflage (1792.) iſt zu dieſer und in andern Abſichten ein ſehr brauchbares Buch. Eben dieſer Verfaſſer hat den Flamſteadiſchen Himmelsatlas, welcher bis-

her

her das vorzüglichſte Werk dieſer Art geweſen, nach der Pariſer Ausgabe neu herausgegeben, und 2139 neue Sterne zu dem Flamſteadiſchen Verzeichniſſe hinzugefügt, ſo daß dieſer Atlas 5058 Sterne enthält. Darunter ſind 280, die bey uns nicht aufgehen. Ein Theil dieſer Sterne iſt mit bloßen Augen nicht ſichtbar.

IV. Der Mond.

43. Der **Mond** iſt ein Körper, welcher der Sonne in der ſcheinbaren Größe faſt gleich iſt. Die öftere Abwechslung ſeiner Geſtalten oder ſeiner Phaſen gab den älteſten Völkern ein bequemes Mittel, ohne Kalender oder Rechnung die Zeit ihrer gottesdienſtlichen Handlungen, ihrer Verſammlungen und Verrichtungen zu beſtimmen.

Nachdem der Mond einige Tage uns unſichtbar geworden iſt, zeigt er ſich des Abends in Weſten als ein ſchmaler, ſichelförmiger Lichtſtreifen. Allmählig, ſo wie der Mond nach Oſten hin ſich von der Sonne entfernt, wird das ſichelförmige Stück breiter und glänzender, und am ſechſten Tage nach der Wiedererſcheinung, da er 90 Grad von der Sonne abſteht, iſt er halb erleuchtet. Dies iſt das **erſte Viertel**, oder die Quadratur. Der Mond rückt immer mehr von der Sonne ab, der erleuchtete Theil wird immer größer, und am achten Tage nach dem erſten Viertel ſcheint ſeine volle Scheibe die ganze Nacht durch. Dies iſt der **Vollmond**, oder die Oppoſition. Er geht des Abends auf, um Mitternacht durch den Meridian, und des Morgens unter. Man ſieht daraus, daß er nun der Sonne gerade gegenüber ſteht. Nach dem Vollmonde kommt der abnehmende unter denſelben Geſtalten wie der zunehmende, nur daß der

erleuchtete Theil an der Oſtſeite des Mondes liegt, da er an dem zunehmenden an der Weſtſeite lag, beidemahl nemlich der Sonne zugekehrt. Das letzte Viertel tritt nach andern 7 Tagen ein, wenn der Mond nur noch zur Hälfte erleuchtet iſt. Er nähert ſich nun der Sonne immer mehr, ſeine Sichelfigur wird mit jedem Tage ſchmäler, und endlich verliert er ſich in den Strahlen der Sonne. Dies iſt der **Neumond** oder die Conjunction.

44. Hieraus erhellt, daß der Mond ein dunkler Körper iſt, der von der Sonne ſein Licht erhält, und um die Erde ſeinen monatlichen Umlauf vollführet. Denn eben dieſe Erſcheinungen kann man ſich an einer Kugel verſchaffen, wenn man ſich in einiger Entfernung von einem Lichte ſtellt, und die Kugel in einem Kreiſe um ſich herum bewegen läßt. Den dunkeln Theil des Mondes kann man gleich nach ſeiner Wiedererſcheinung mittelſt eines aſchgraulichen Lichtes neben dem ſichelförmigen hellen Theile erkennen. Dieſes Licht entſteht offenbar von den Strahlen, die unſere Erde auf den Mond zurückwirft. Jene iſt für dieſen eben das, was dieſer für jene iſt. Zur Zeit des Neumondes muß man auf dem Monde die Erde in vollem Lichte glänzen ſehen. Er wird alſo von ihr erleuchtet, wie die Erde vom Vollmonde.

45. Zur Zeit des Vollmondes, aber zu keiner andern Zeit, wird bisweilen der **Mond** zum Theil oder auch ganz **verfinſtert**. Eine ſchwarze Scheibe ſcheint ſich über ihn von Morgen gegen Abend zu bewegen. Da die Erde um dieſe Zeit zwiſchen der Sonne und dem Monde ſteht, ſo muß es ihr Schatten ſeyn, der dieſe Verfinſterung verurſacht. Daß der Mond aber nicht in jeder Oppoſition verfinſtert wird, rührt daher, weil er mehrentheils zu weit über oder unter

der

der Ekliptik ſteht, als daß er den Erdſchatten berüh-ren könnte, deſſen Mittellinie ſich von der Sonne ab-wärts nach dem ihr auf der Ekliptik entgegengeſetzten Puncte erſtreckt. Zur Zeit einer Mondsfinſterniß iſt der Mond der Ekliptik immer ſehr nahe, oder geht auch während derſelben von einer Seite der Ekliptik zur andern hinüber.

Die Finſterniſſe ſind mehrentheils partial, zu-weilen auch total. In den totalen wird der Mond ſelten ganz unſichtbar, ſondern behält noch ein ſchmu-ziges kupferfarbiges Licht. Dieſes rührt von denjeni-gen Strahlen der Sonne her, welche in unſerer At-moſphäre nach dem Monde hin gebrochen werden. Wenn der Mittelpunct des Mondes durch den Mittel-punct des Erdſchattens geht, ſo iſt die Finſterniß central.

46. Um die Zeit des Neumondes wird bisweilen die Sonne verfinſtert. Die Urſache davon iſt offen-bar der Mond, der ſich um dieſe Zeit zwiſchen uns und der Sonne befindet. Die Sonne wird uns nur bedeckt, nicht wirklich verfinſtert, und daher iſt keine Sonnenfinſterniß auf der Erde allgemein und dieſelbe. An jedem Orte ſieht man ihren Anfang, ihr Ende, ihre Größe anders, an den meiſten Orten bleibt die Sonne unbedeckt. Man kann ſich dieſes leicht begreif-lich machen, wenn man eine Scheibe von Pappe aus-ſchneidet, und dieſe nicht weit von dem Auge vor einer andern größern Scheibe an einer etwas entfernten Wand vorbeygehen läßt. Man muß ſich ſo ſtellen, daß die erſtere die letztere faſt bedecken kann. Verrückt man das Auge ein wenig, ſo wird man die Scheibe an der Wand jetzt weniger, jetzt mehr, jetzt gar nicht bedeckt ſehen. Die Mondsfinſterniſſe ſieht man an allen Orten zu gleicher Zeit und auf gleiche Art. Die

Sonnenfinſterniſſe ſind für einen beſtimmten Ort ſeltner als jene, weil ſie nicht allenthalben geſehen werden können.

47. Die merkwürdigſten, aber auch ſehr ſeltenen Arten von Sonnenfinſterniſſen ſind die **ringförmigen** und **totalen.** Bey jenen iſt der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes kleiner als der Sonne ihrer, bey dieſen größer. Dort bleibt, nachdem der Mond ganz vor die Sonnenſcheibe getreten, noch ein ringförmiger Theil der Sonne unbedeckt. Die große Sonnenfinſterniß vom 1. April 1764 war in einem Striche von Europa, als zu Calais und Madrit, ringförmig. Bey einer totalen Finſterniß wird die Sonne zwar ganz bedeckt, aber ihr Licht ſtrömt gleichſam um den Mond herum, und bildet einen lichten Ring um ihn. So ſah Don Antonio de Ulloa, ein gelehrter und verdienter ſpaniſcher Officier, bey der Sonnenfinſterniß am 24. Jun. 1778, da der Durchmeſſer des Mondes um 1′ 46″ größer war, als der Sonne ihrer, wie die Sonne völlig bedeckt war, einen lichten Ring um den Mond, der um ſeinen Umkreis in beſtändiger und ſchneller Bewegung war, und immer blendender ward, je mehr des Mondes Mittelpunct ſich der Sonne ihrem näherte. Zu der Zeit des Mittels der Verfinſterung betrug des Ringes Breite etwa $\frac{1}{6}$ von des Mondes Durchmeſſer, aber vom Ringe giengen nach allen Seiten ungleich lange Strahlen aus, manche ſo lang als des Mondes Durchmeſſer. Darnach nahm der Ring ab, und verſchwand 4 oder 5 Sec. ehe die Sonne hervorkam. Zunächſt um den Mond war ſeine Farbe röthlich, darnach goldgelb, zu äußerſt immer mehr weißlich, überall ſchön licht. Kurz vor und nach der Entſtehung des lichten Ringes wurden die Sterne erſter und zweyter Größe ſichtbar; allein

da

da der Ring ſeinen ſtärkſten Glanz hatte, ſahe man nur die Sterne erſter Größe. Ähnliche Erſcheinungen hat man auch ſonſt bemerkt. Wolf beobachtete 1706 bey einer großen Sonnenfinſterniß einen hellen Ring um den Mond, den er von dem Lichte des hellen Theils der Sonne ſehr wohl unterſcheiden konnte.

48. Der Mond rückt alle Tage etwa um 13 Grade am Himmel von Abend gegen Morgen fort, und iſt nach ohngefähr 27 Tagen wieder bey denſelben Fixſternen. Dieſe Zeit nennt man den **periodiſchen Monat**. Inzwiſchen iſt die Sonne faſt um 27 Grade fortgerückt, und es verfließt noch einige Zeit, ehe der Mond ſie wieder einholt. Darum iſt die Zeit von einem Neumonde zum andern, oder der **ſynodiſche Monat** größer. So gebraucht der Minutenzeiger auf der Uhr, wenn er um 12 Uhr mit dem Stundenzeiger in Conjunction iſt, $1\frac{1}{11}$ Stunde, den Stundenzeiger einzuholen, aber nur eine Stunde, um an dieſelbe Stelle wieder zu kommen.

49. Die Dauer eines ſynodiſchen Monats erfährt man am bequemſten und ſicherſten durch die Beobachtung zweyer Mondsfinſterniſſe. Die zwiſchen beiden verfloſſene Zeit dividirt man nämlich durch die Anzahl der ſynodiſchen Monate. Zuerſt nimmt man zwey nicht weit von einander entfernte Finſterniſſe, um die Zahl der Monate nicht zu verfehlen. Weiß man nun die Dauer eines Monats beynahe, ſo nimmt man zwey von einander ſehr entfernte Finſterniſſe, dividirt die Zeit zwiſchen beiden durch die faſt bekannte Dauer eines Monats, um die Zahl der Monate zu erhalten, und dividirt mit dieſer wieder die Zeit, um die Dauer des Monats genauer zu beſtimmen. Auf dieſe Art hat man gefunden, daß der

ſynodiſche Monat 29 T. 12 St. 44′ 3″ lang iſt *). Den periodiſchen Monat findet man durch die Proportion: wie die Summe des Sonnenjahrs und des ſynodiſchen Monats zu dem Sonnenjahre, ſo der ſynodiſche Monat zu dem periodiſchen. Der periodiſche Monat enthält 27 T. 7 St. 43′ 11″. Der Mond rückt alle Tage um 13° 10′ 35″ am Himmel fort; entfernt ſich täglich von der Sonne um 12° 11′ 27″, und vollendet ſeinen täglichen ſcheinbaren Umlauf am Himmel in 24 St. 50′ 28″.

50. Alle dieſe Angaben ſind von der mittlern Dauer zu verſtehen. Die Bewegung des Mondes iſt ſehr ungleichförmig, und hat von jeher den Aſtronomen am meiſten zu ſchaffen gemacht. Man hat lange Zeit nicht begreifen können, wie das nächſte Geſtirn gerade die größten Ungleichheiten des Laufs zeigte. Die ſynodiſchen Monate ſind bisweilen um 6 Stunden kürzer oder länger als der mittlere. So auch iſt die Zeit des täglichen Umlaufs bisweilen um 12 Min. größer oder kleiner als die mittlere. Zu der letzten Ungleichheit trägt zwar die jedesmalige Lage der Mondsbahn gegen den Meridian etwas bey. Die alten Aſtronomen bemerkten die Ungleichheit des Mondslaufs beſonders daran, daß ſie die Zeiten von einer Mondsfinſterniß zur andern mit den Zeiten der mittlern Bewegung verglichen. Zur Zeit der Finſterniß ſtand der Mond der Sonne gerade gegenüber, alſo konnten ſie vermittelſt des Ortes der Sonne, deſſen Berechnung wenig Schwierigkeit macht, den Ort des Mondes angeben. Dieſer traf mit dem Orte, den er nach der mittlern Bewegung hätte haben ſollen, ſelten überein. In-

*) Die Minuten und Secunden einer Stunde werden wie die Minuten und Secunden eines Grades, durch (′) und (″) bezeichnet.

Indeß bemerkten ſie, daß nach 223 ſynodiſchen Monaten oder 6585 Tagen 8 St. das iſt 18 Jahr 10 T. 20 St. die Finſterniſſe ſich faſt genau auf dieſelbe Art wieder ereigneten, ſo daß die Ungleichheiten des Mondes nach dieſer Periode ſehr nahe auf gleiche Art wieder anfiengen. Die merklichſten Ungleichheiten, welche ſie beobachteten, zu erklären, ließen ſie den Mond nicht unmittelbar um die Erde, ſondern auf einem Kreiſe ſich bewegen, deſſen Mittelpunct alle Monat den Umfang eines Kreiſes um die Erde beſchrieb. Jener kleinere Kreis hieß der Epicyklus, dieſer größere der excentriſche, weil die Erde außerhalb ſeines Centrums ſich befand. Dieſer Kreis drehte ſich in einer gewiſſen Zeit um die Erde herum. Das war aber noch nicht genug. Denn Tycho de Brahe fand im 16. Jahrhunderte, daß er drey Epicyklen und noch einen kleinen Kreis außer dem excentriſchen brauchte, um die Bewegung des Mondes darzuſtellen. Gegenwärtig hat man alle dieſe künſtlich verflochtenen Kreiſe vom Himmel verbannt, und läßt den Mond, wie es natürlich iſt, in einer einzigen krummen Linie herumlaufen, die aber ſo irregulär iſt, daß man nach den Mayeriſchen Mondstafeln vier beträchtliche und neun kleine Verbeſſerungen des mittlern Ortes (Äquationen nennt es der Aſtronom) zu berechnen hat, wenn man nur bloß die Länge des Mondes angeben will.

51. Der Mond hat nicht immer gleiche Entfernung von der Erde. Die Alten ſetzten ſeine größte Entfernung ganz richtig dahin, wo er am langſamſten gieng; die kleinſte, wo er am geſchwindeſten war. Wir können uns durch das Mikrometer*) davon überzeu-

*) Ein Mikrometer iſt eine Vorrichtung in einem Fernrohre, kleine Winkel genau zu meſſen. Das einfachſte iſt das Schraubenmikrometer, welches aus zwey zugeſpitz-

zeugen. Man findet damit den ſcheinbaren größten Durchmeſſer des Mondes 33′ 31″, den kleinſten 29′ 22″, ſo daß die mittlere Größe 31′ 26″ beträgt *). Die Stelle der größten Entfernung und langſamſten Bewegung nennt man das Apogäum, die der kleinſten Entfernung und geſchwindeſten Bewegung das Perigäum. Dieſe Stellen ſind aber nicht feſt. Sie rücken von Abend gegen Morgen fort, und vollenden in 8 gemeinen Jahren 312 T. 11 St. 11′ 39″ einen ganzen Umlauf am Himmel, in Beziehung auf die Fixſterne. Hieraus kann man ſchon abnehmen, wie ungleich die Bewegung des Mondes iſt.

52. Der Mond ſteht uns bisweilen im Meridian ſehr hoch, bisweilen ſehr niedrig. Seine Bahn iſt nicht allein gegen den Äquator, ſondern auch gegen die Ekliptik geneigt. Man braucht nur die Sterne zu beobachten, neben welchen er nahe vorbeygeht oder ſie gar bedeckt, um ſich davon unmittelbar zu überzeugen. Zwey=

ſpitzten Schrauben beſteht, die an dem Orte des Bildes im Fernrohre einander genähert werden können. Man ſtellt zuerſt ihre Spitzen in einer beliebigen Entfernung von einander, und läßt einen bekannten Stern von der Spitze der einen Schraube zu der andern nach der täglichen Bewegung rücken. Aus der Zeit, die er darauf zubringt, läßt ſich der Winkel berechnen, den der Stern am Auge beſchrieben hat. Nun nähert man die Schrauben bis zur Berührung, und zählt die Schraubenumgänge, ſo weiß man, wie groß für den Raum, den die Schraubenſpitze bey einer Umdrehung durchläuft, der Winkel ſey. Alſo läßt ſich, wenn man einen Gegenſtand am Himmel zwiſchen den Spitzen faßt, der Winkel, den er am Auge macht, durch die Zählung der Umdrehungen der Schraube beſtimmen. Auf eine ähnliche Art kann man parallele Fäden gebrauchen, deren einer beweglich iſt.

*) Den ſcheinbaren Durchmeſſer eines Weltkörpers nennt man den Winkel, unter welchem derſelbe erſcheint.

Zweymahl in jedem Monate trifft der Mond die Ekliptik. Die Durchſchnittspuncte ſeiner Bahn mit derſelben nennt man die **Knoten** der Mondsbahn. In dem aufſteigenden geht er über die Ekliptik nach Norden, in dem niederſteigenden hinunter nach Süden. Man erfährt die Lage dieſer Puncte, wenn man zu der Zeit, da der Mond nahe bey der Ekliptik iſt, ſeinen Weg neben bekannten Sternen beobachtet. Allein man muß hiebey wiſſen, wie viel der Ort des Mondes dadurch geändert wird, daß der Beobachter auf der Oberfläche der Erde, und nicht in ihrem Mittelpuncte ſteht. Dieſe Veränderung iſt wegen der Nähe des Mondes beträchtlich. Die Mondsfinſterniſſe ſind hier vorzüglich brauchbar, die centralen am meiſten, welche aber ſelten ſind.

53. Die Knoten ſind keine unveränderliche Puncte am Himmel, ſondern rücken gegen die Ordnung der Zeichen von Morgen gegen Abend fort. Man kann ſich hievon mittelſt ſeiner Augen verſichern, wenn man den Ort des Mondes beobachtet, um die Zeit da er durch die Ekliptik geht. Oder man gebe Acht, wenn der Mond auf ſeinem Laufe einen der Ekliptik ſehr nahen Stern, z. B. den Regulus, bedeckt, oder nahe bey demſelben vorbeygeht. Nach einiger Zeit wird der Mond beträchtlich weit nordwärts oder ſüdwärts von dem Sterne vorbeygehen, nach 9 Jahren ſich auf 5 Grade von ihm entfernt haben, und nach faſt 19 Jahren den Stern wieder treffen. Durch die Vergleichung ſowohl naher als entfernter Finſterniſſe hat man gefunden, daß die Knoten in 18 gemeinen Jahren 223 T. 7 St. 13′ einen ganzen Umlauf am Himmel, in Beziehung auf die Fixſterne machen.

54. Die **Neigung der Mondsbahn** gegen die Ekliptik iſt im Mittel 5° 8′ 31″. Sie kann ſich um etwa 9′ ändern. Die Neigung wird durch die größte

Breite, welche der Mond bey jedem halben Umlaufe bekömmt, gemeſſen. Beobachtet man im Meridian die Declination und Rectaſcenſion des Mondes (10 und 19.), ſo läßt ſich daraus ſeine Breite ſo wie auch die Länge berechnen. Nur ſind beide noch einer beträchtlichen Verbeſſerung wegen des Standortes des Beobachters bedürftig. Die Mondfinſterniſſe dienen auch die alsdann geltende Neigung der Bahn zu berechnen.

55. Da in der Bewegung des Mondes alles ſo großen Veränderungen unterworfen iſt, ſo kann man begreifen, wie ſchwer es fallen müſſe, die Geſetze derſelben zu entdecken, und Tafeln zu berechnen, vermittelſt welcher man den Ort des Mondes für jede Zeit angeben könne. Indeß iſt es eine einfache phyſikaliſche Urſache, die alle dieſe ſo verworrenen Ungleichheiten des Mondslaufes verurſacht.

V. Scheinbarer Lauf der Planeten.

56. Die Planeten ſind dem äußerlichen Anſehen nach den Fixſternen ähnlich, nur daß ihr Licht nicht ſo funkelnd und blitzend iſt, als das Licht der Sterne. Sie verändern aber ihren Ort am Himmel, und heißen daher Planeten, Wandelſterne, Irrſterne. Sie entfernen ſich nur wenig von der Ekliptik. Von den andern Sternen kann man ſie leicht unterſcheiden, wenn man in dem Thierkreiſe folgende vier Sterne der erſten Größe kennt, die den Planeten am Glanze gleichen, nämlich Aldebaran oder das Auge des Stiers, Regulus oder das Herz des Löwen, die Kornähre der Jungfrau, und Antares oder das Herz des Skorpions.

57. Unter allen Planeten iſt dem Auge am merkwürdigſten ein ſchöner, oft ſehr lebhaft glänzender Himmels-

melskörper, der ſich entweder eine Zeitlang nach Sonnenuntergange oder vor ihrem Aufgange ſehen läßt. Daß es nicht zwey Körper ſind, merkt man daraus, weil man ihn nie zugleich des Morgens und des Abends ſieht. Dieſer Planet führt von alten Zeiten her den Namen Venus, auch Morgen- oder Abendſtern. Sie entfernt ſich aber nicht über einen Bogen von 48 Gr. von der Sonne, zuweilen nur um einen Bogen von 45 Gr. Zur Zeit des größten Abſtandes von der Sonne iſt ſie, wie man durch ein Fernrohr wahrnehmen kann, nur halb erleuchtet, ſo wie der Mond in den Viertheilen. Hat man ſie des Abends in ihrem größten Abſtande von der Sonne wahrgenommen, ſo nähert ſie ſich ihr wieder, ihre Geſtalt wird ſichelförmig, ihr Licht wird am ſtärkſten, wenn ſie etwa 40 Grad von der Sonne abſteht, ob ſie gleich alsdann nur etwa zum vierten Theil erleuchtet iſt. Die Annäherung gegen die Erde vergrößert ihren Glanz mehr, als er wegen der verminderten Lichtgeſtalt abgenommen hat. Nach einiger Zeit wird ſie wegen der Nähe der Sonne unſichtbar, erſcheint aber bald als Morgenſtern ſichelförmig mit zunehmendem Lichte, glänzt in der Entfernung von 40 Graden rechter Hand von der Sonne am ſtärkſten, iſt in der größten von 48 Gr. zur Hälfte erleuchtet, und nimmt in der ſcheinbaren Größe ab, ſo wie ihre Lichtgeſtalt zunimmt. Sie verliert ſich hierauf in den Strahlen der Sonne, und kömmt als Abendſtern nach einiger Zeit wieder zum Vorſchein. Noch hat man einigemal beobachtet, daß in der Zwiſchenzeit, da die Venus aus Abendſtern Morgenſtern geworden, eine kleine runde Scheibe von ihrer Größe vor der Sonne vorbeygegangen iſt. Dreymahl hat man dieſe merkwürdige Beobachtung gemacht, am 4. Decemb. 1639, am 6. Jun. 1761 und am 3. Jun. 1769. Dieſer Körper

war kein andrer als die Venus, welche ſich damahls zwiſchen der Sonne und der Erde befand, und nach ihrem aus Beobachtungen hergeleiteten Laufe um dieſe Zeiten vor der Sonne vorbeygehen mußte.

Aus allem dieſem erhellt, daß die Venus ein dunkler Körper iſt, der ſein Licht von der Sonne empfängt, und um ſie in einer kreisartigen Bahn herumläuft, außerhalb deren Umfange unſere Erde ſich befindet. Alle dieſe Erſcheinungen kann man ſich ſelbſt darſtellen, wenn man eine Kugel, die halb weiß halb ſchwarz angemahlt iſt, um einen gewiſſen Körper herumlaufen läßt, ſo daß ſie dieſem die weiße oder erleuchtete Seite immer zukehrt, ſich ſelbſt aber außerhalb des von der Kugel beſchriebenen Kreiſes in einiger Entfernung ſtellt.

58. Ähnliche Erſcheinungen zeigt uns der **Merkur**, dem Anſehen nach ein kleiner Stern, mit einem weißlichen, lebhaft glänzenden Lichte. Er entfernt ſich nicht weiter, als höchſtens etwa 28 Grade, bisweilen nur 18 Gr. von der Sonne, und kann daher nur nahe am öſtlichen oder weſtlichen Horizonte in der Dämmerung mit Mühe wahrgenommen werden. Durch Fernröhre kann man ihn auch bey ſeinem Durchgange durch den Meridian beobachten, wenn man die Höhe berechnet hat, in welcher er culminirt oder ſich am meiſten über den Horizont erhebt. Die Abwechſelung ſeiner Lichtgeſtalten läßt ſich nur durch große Fernröhre bemerken. Auch ihn hat man, und zwar öfterer als die Venus, vor der Sonne vorbeygehen geſehen. Er wird noch in dieſem Jahrhunderte 1799 den 7. May in der Sonnenſcheibe ſichtbar werden. In der erſten Hälfte des künftigen Jahrhunderts werden die Durchgänge geſchehen, 1802 den 8. Nov.; 1815 den 11. Nov.; 1822 den 4. Nov.; 1832 den 4. May; 1835 den 7. Nov.; 1845 den 8. May;

1848 den 9. Nov. Die Venus haben erſt unſere Nachkommen 1874 den 9. Dec. zu erwarten.

Man wird von ſelbſt hieraus den Schluß machen, daß auch Merkur um die Sonne in einer kreisartigen Bahn, welche von der Bahn der Venus eingeſchloſſen iſt, herumläuft.

59. Drey Planeten nehmen in Abſicht auf die Sonne jeden möglichen Stand am Himmel ein; bisweilen ſind ſie nahe bey ihr, zu einer andern Zeit gerade gegenüber. Ihre Bahnen ſchließen alſo die Erde und die Sonne ein. Unter dieſen Weltkörpern macht ſich **Mars** durch ſein feuerrothes Licht kenntlich. Seine ſcheinbare Größe oder der Winkel, unter welchem ſein Durchmeſſer erſcheint, iſt ſehr veränderlich, von 4 Secunden bis zu 24 Sec. Seine Entfernung von der Erde muß alſo in demſelben Verhältniſſe veränderlich ſeyn. **Jupiter**, der anſehnlichſte unter allen, hat ein ſchönes, etwas gelbliches, ſilberglänzendes Licht. Er verändert ſeine Stelle am Himmel viel langſamer als Mars. Wenn er der Sonne gerade gegenüber ſteht, oder um Mitternacht durch den Meridian geht, das iſt, in der Oppoſition, ſo glänzt er am ſtärkſten, und ſein ſcheinbarer Durchmeſſer beträgt 42 bis 47 Sec. In der Nachbarſchaft der Sonne nimmt er bis etwa 30 Sec. ab. **Saturn** hat ein ſchwächeres, bleichröthliches Licht, und verändert ſeine Stelle am Himmel noch weit langſamer. In der Oppoſition mit der Sonne ſcheint er 20 Sec., in der Nähe derſelben 16″ groß.

60. Der Lauf dieſer drey Planeten iſt ſonderbar. Überhaupt iſt er von Abend gegen Morgen gerichtet. Einige Zeit vor der Oppoſition mit der Sonne wird er ſehr langſam, es erfolgt ein Stillſtand des Planeten, und er geht darauf eine Zeitlang von Morgen gegen Abend zurück. Während dieſes Rückganges kömmt er

in die Oppoſition, in welcher ſein rückgängiger Lauf am ſchnellſten iſt. Nach einiger Zeit ſteht er wieder ſtill, und fängt nun an vorwärts zu gehen, immer geſchwinder bis zur Conjunction *) mit der Sonne, wo er am geſchwindeſten fortrückt. Nach der Conjunction nimmt ſeine Geſchwindigkeit allmählig ab, und die ſchon beſchriebenen Erſcheinungen kehren wieder. Die Puncte des Stillſtandes und des ſchnellſten Rückganges liegen jedesmahl weiter nach Morgen hin. Zur Zeit des ſchnellſten Rückganges oder in der Oppoſition erſcheint der Planet am größten und hellſten, zur Zeit des geſchwindeſten Fortganges, oder nahe bey der Sonne, am kleinſten und am wenigſten glänzend. Ruht unſere Erde, ſo müſſen, in ſo fern man die tägliche Bewegung nicht in Betrachtung zieht, dieſe drey Planeten eine Linie um uns beſchreiben, die bey jedem Umlaufe einen Knoten ſchürzt, dem wir unter allen Theilen der Bahn am nächſten ſind, und dieſe Knoten folgen nach der Ordnung der Zeichen auf einander. Die 7te Figur zeigt ein Stück des ſcheinbaren Laufes des Jupiters. Die ruhende Erde iſt in T, der Planet läuft von der rechten Hand nach der linken, wird in R rückgängig, in D wieder rechtläufig, ſteht in O der Sonne gegenüber, und in C mit der Sonne an derſelben Stelle des Himmels.

61. Die Knoten, welche die Bahn eines Planeten ſchürzt, ſind weder gleich groß, noch gleich weit von einander, oder in gleicher Entfernung von der Erde. Der Glanz des Planeten und ſeine ſcheinbare Größe ſind in der Oppoſition nicht immer gleich. Bisweilen

*) Conjunction iſt, wenn zwey Geſtirne an derſelben Stelle des Himmels ſich befinden; Oppoſition, wenn ſie in entgegengeſetzten erſcheinen. Die Erde iſt alsdann mit ihnen, wo nicht in einer geraden Linie, doch in derſelben ſenkrechten Ebene auf die Ekliptik.

weilen geht er durch einen größern, bisweilen durch einen kleinern Bogen des Thierkreiſes zurück, bald in einer längern, bald in einer kürzern Zeit. Die Zeiten zwiſchen den mittlern Puncten des Rückgehens, das iſt, die Zeiten, in welchen der Planet die Winkel OTO beſchreibt, ſind ungleich, und doch auch nicht dieſen Winkeln proportional. Für jeden Planeten giebt es inzwiſchen eine gewiſſe Stelle des Thierkreiſes, von welcher bis zu der entgegengeſetzten alles dieſes ſo zunimmt und abnimmt, wie es auf der andern Hälfte des Thierkreiſes wieder ab- und zunimmt.

Es ſind daher zweyerley Ungleichheiten in dem Laufe der Planeten bemerklich. Die eine (§. 60.) hält ihre Perioden mit der Rückkehr des Planeten zur Conjunction und Oppoſition mit der Sonne, die andere (§. 61.) mit der Rückkehr des Planeten zu demſelben Zeichen des Thierkreiſes.

62. Mars beſchreibt von der Zeit, da er wieder rechtläufig wird, den ganzen Umlauf des Himmels, und noch 53 bis 90 Grade dazu, ehe er wieder anfängt zurück zu gehen, während einer Zeit von etwa 707 Tagen im Mittel. Alsdann geht er 10 bis 19 Grade zurück, in 61 bis 80 Tagen. Von einer Oppoſition zur andern, die um die Mitte des Rückganges ſich ereignet, verfließen im Mittel 780 Tage, in welcher Zeit der Planet einen Umfang des Himmels mit 49 Gr. darüber, nach einer mittlern Zahl, vollendet.

Jupiter rückt nach der Ordnung der Zeichen jedesmal 40 bis 47 Grade fort, während einer Zeit von 278 Tagen, mehr oder weniger, und geht am Ende dieſes Bogens etwa um 10 Grade in der Zeit von 117 bis 122 Tagen zurück. Von einer Oppoſition zur andern verfließen bey ihm nach einer Mittelzahl

zahl 399 Tage, in welcher Zeit er 33 Gr. m. o. w. am Himmel fortrückt.

Saturn bewegt ſich von Abend gegen Morgen nur etwa 19 Grade in 241 Tagen, m. o. w.; wird alsdann rückgängig längs einem Bogen von 7 Gr. beynahe, während einer Zeit von 135 bis 139 Tagen. Von einer Oppoſition zur nächſtfolgenden verfließen bey ihm 378 Tage, im Mittel genommen. — Ich überlaſſe es fürs erſte dem Leſer, dieſen labyrinthiſchen Tanz der Sphären zu entwickeln, bis ich die leichte und natürliche Erklärung davon werde geben können.

63. Die Charaktere, womit die Planeten bezeichnet werden, ſind folgende: Merkur (☿); Venus (♀); Mars (♂); Jupiter (♃); Saturn (♄); Sonne (☉); Mond (☽); Erde (♁).

64. Außer dieſen fünf Weltkörpern und der Erde, welche ſich nach dem wahren Weltſyſtem mit jenen um die Sonne bewegt, kannte man bis zum Jahre 1781 keinen Planeten mehr, das iſt, einen ſolchen Weltkörper, der in einer faſt kreisrunden Laufbahn um die Sonne liefe. In dem gedachten Jahre aber, am 13. März, entdeckte Hr. Herſchel in England, der oben ſchon angeführte eifrige und glückliche Beobachter, mit einem ſiebenfüßigen Newtonianiſchen Spiegelteleſkop, zwiſchen den Hörnern des Stiers und den Füßen der Zwillinge, einen Stern, der ſich von den Fixſternen dadurch unterſchied, daß er durch das Teleſkop einen merklichen Durchmeſſer hatte. Seine Geſtalt war wie eines Planeten, ohne Schweif und Nebel, gar nicht kometenähnlich. Er rückte mit immer zunehmender Geſchwindigkeit nach Oſten fort, parallel mit der Ekliptik, in einer geringen Entfernung von derſelben, bis gegen das Ende des Maymonats, da er von der Sonne eingeholt, und in der Abend-

däm-

dämmerung unſichtbar wurde. In den erſten Tagen des Auguſts ward er wieder ſichtbar, des Morgens vor Aufgang der Sonne. Seine Bewegung nach Oſten ward nach und nach langſamer; in den erſten Tagen des Octobers ward er ſtillſtehend, und darauf rückgängig. Am 22. December, als er mit der Sonne in Oppoſition kam, ſchien er am ſtärkſten rückläufig; hernach nahm ſeine Bewegung wieder ab, und im Anfang des März kam er wieder zum Stillſtande. Alle dieſe Erſcheinungen kommen mit dem ſcheinbaren Laufe der übrigen Planeten völlig überein, ſo daß man ſchon daraus ſicher ſchließen konnte, der neue Wandelſtern ſey ein Planet. Die fernern Beobachtungen haben, mit Hülfe der allgemeinen Theorie der planetariſchen Bewegungen, die Bahn des neuen Planeten ſchon ſo genau kennen gelehrt, daß man für jedes Zeitmoment ſeinen Ort am Himmel ſehr zutreffend beſtimmen kann. Er iſt noch einmahl ſo weit als Saturn von der Sonne entfernt, und vollendet ſeinen Lauf um dieſe erſt in 83 Jahren, daher geht er in der Oppoſition nur um einen Bogen zwiſchen 3 und 4 Graden zurück, in einer Zeit von 150 bis $152\frac{1}{2}$ Tagen, und von einer Oppoſition bis zur folgenden verfließen 369 T. 16. St. In dieſer Zeit rückt der Planet nur um $4^\circ\ 20'$ fort.

Den neuen Planeten nenne man, zur Übereinſtimmung mit den übrigen, Uranus, welcher in der Mythologie der Vater des Saturns iſt.

VI. Was durch Fernröhre an den Himmelskörpern entdeckt iſt.

65. Um den Jupiter hat man gleich nach der Erfindung der Fernröhre vier kleine Körper als beſtändige Begleiter deſſelben bemerkt. Sie erſcheinen bald

auf

auf dieſer, bald auf jener Seite des Planeten. Sehr oft verſchwinden ſie auf der Weſtſeite plötzlich, ob ſie gleich noch nicht von dem Körper des Jupiters bedeckt werden, und werden eben ſo auf der Oſtſeite in einer kleinen Entfernung von dem Planeten plötzlich ſichtbar. Die Urſache davon muß der Schatten des Jupiters ſeyn, in welchen ſie auf der Weſtſeite eintreten, und aus dem ſie auf der Oſtſeite wieder hervorkommen. Von dem nächſten Trabanten kann man nur entweder den Eintritt oder den Austritt bemerken, nachdem der Schatten ſich weſtwärts oder oſtwärts vom Jupiter ab erſtreckt. Denn er iſt ſeinem Planeten ſo nahe, daß die eine Seite des Schattens an den Stellen, wo er durchgeht, immer von dem Körper des Jupiters uns verdeckt bleibt. Gewöhnlich ſieht man von dem zweyten Trabanten auch nur den Eintritt oder den Austritt; unter gewiſſen Umſtänden, wenn er weit genug über oder unter der Axe des Schattenkegels durchgeht, beides. Die beiden andern Trabanten ſind weit genug von ihrem Planeten entfernt, daß man von dem dritten gewöhnlich, und von dem vierten faſt immer den Eintritt und Austritt ſehen kann. Der vierte geht zu gewiſſen Zeiten über oder unter dem Schatten weg. Zuweilen ſieht man auch den Schatten der Trabanten über die Scheibe des Jupiters rücken, wenn ſie zwiſchen ihm und der Sonne durchgehen. Dieſe Trabanten ſind alſo dem Jupiter eben ſo zugegeben, wie uns der Mond, ſeine Nächte zu erleuchten. Wegen der größern Entfernung von der Quelle des Lichtes hat er vier Monden bekommen.

66. Aus den Finſterniſſen der Jupiters-Monden hat man ihre Umlaufszeiten geſchloſſen, welche ſo wie bey unſerm Monde in periodiſche und ſynodiſche unterſchieden werden. Sie ſind folgende:

Perio-

	Periodiſcher Umlauf.				Synodiſcher Umlauf.			
I. Trabant.	1 T.	18 St.	27′	33″	1 T.	18 St.	28′	36″
II.	3	13	13	42	3	13	17	54
III.	7	3	42	33	7	3	59	36
IV.	16	16	32	8	16	18	5	7

Es iſt merkwürdig, daß die relative Winkelbewegung des erſten Trabanten in Abſicht auf den zweyten genau doppelt ſo groß iſt, als die des zweyten in Abſicht auf den dritten.

Auch hat man die größten Entfernungen derſelben vom Jupiter mit dem Mikrometer gemeſſen, und die Winkel, unter welchen ſie erſcheinen, mit dem ſcheinbaren Durchmeſſer des Jupiters verglichen. Dieſes ſind die Abſtände der Trabanten, oder die Halbmeſſer ihrer Bahnen, welche in folgender Tabelle enthalten ſind:

	In Halbmeſſern des ♃.	In Bogentheilen in der mittlern Entfernung ♃.
I. Trabant.	5, 965 *)	1′ 51″
II.	9, 494	2 57
III.	15, 141	4 42
IV.	26, 630	8 16

Jupiter iſt faſt 11mahl größer als die Erde im Durchmeſſer. Sein mittlerer Durchmeſſer hält 18670 geographiſche Meilen.

67. Saturn hat ſieben Monden, welche man aber, den ſechsten ausgenommen, nur mit ſehr großen Fernröhren ſehen kann, weswegen ſie uns auch nicht ſo zu ſtatten kommen, wie die Jupiterstrabanten, welche man mit mäßigen Fernröhren erkennen kann. Bis zum J. 1789 kannte man nur fünf Trabanten des Saturns. In dieſem Jahre entdeckte Hr. Herſchel mit ſeinem größten 40füßigen Spie-

gel-

*) Die Ziffern nach dem Komma ſind hier, wie allemahl, Decimaltheile.

gelteleſkop *) noch zwey Trabanten, deren Bahnen innerhalb der Bahnen jener liegen. Der innerſte Trabant erſcheint, ſelbſt durch das erſtaunliche Fernrohr, als ein äußerſt ſchwacher Lichtpunct. Doch kann Hr. Herſchel ihn nunmehr auch durch ſein 20füßiges Teleſkop erblicken. Die Bahnen der ſechs innern Trabanten liegen faſt oder genau in der Ebene des Ringes, welcher den Saturn umgiebt, und ſind gegen die Bahn deſſelben um die Sonne unter einem Winkel von 30 Gr. geneigt, daher dieſe Trabanten nur ſehr ſelten in den Schatten des Saturns kommen. Die Bahn des ſiebenten ſehr entfernten iſt unter einem Winkel von 15 Gr. geneigt. Wegen dieſes Umſtandes iſt es ſchwerer als bey den Jupiterstrabanten, die Umlaufszeiten zu beſtimmen. Indeſſen hat man ſie doch, wie folget, herausgebracht:

I.	0 T.	22 St.	37′	23″	V.	4 T.	12 St.	25′	11″
II.	1	8	53	9	VI.	15	22	41	13
III.	1	21	18	26	VII.	79	7	53	43
IV.	2	17	44	51					

Weil es Schwierigkeit macht, die Halbmeſſer der Bahnen jedes Trabanten zu meſſen, ſo bedient man ſich des ehemahligen vierten, jetzt ſechsten Trabanten, deſſen größter Abſtand von dem Mittelpuncte des Saturns, das iſt, der Halbmeſſer der Bahn, am leichteſten ſich hat meſſen laſſen, um nach einer gewiſſen Regel **) aus dieſem Abſtande und den Umlaufszeiten die Halbmeſſer der übrigen Bahnen herzuleiten. Nach den neueſten Meſſungen des Hrn. Herſchel erſcheint der Halbmeſſer der Bahn des ſechsten Trabanten unter einem Winkel von 3′ 8″, 918, in der mitt-

lern

*) S. Naturl. §. 548.

**) S. unten §. 147. Die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten ſich wie die Würfel der Entfernungen von dem Mittelpuncte des Hauptkörpers.

lern Entfernung des Saturns von der Sonne. Der mittlere Durchmeſſer des Saturns erſcheint, wie ich aus ſeinen Beobachtungen herleite, in eben dieſer Entfernung unter einem Winkel von 19″,587, ſo daß der Halbmeſſer der Bahn des ſechsten Trabanten 19,290 Halbmeſſer des Saturns enthält. Demnach ſind, zufolge der gedachten Regel, die Halbmeſſer der Bahnen in Halbmeſſern des Saturns ausgedruckt, folgende:

I.	2,927	V.	8,321
II.	3,756	VI.	19,290
III.	4,651	VII.	56,217
IV.	5,961		

Der Halbmeſſer der Bahn unſers Mondes iſt in der mittlern Größe 60 Erdhalbmeſſer groß; aber unſere Erde iſt im Durchmeſſer nur den 10ten Theil ſo groß als Saturn.

68. Der Ring, welcher den Saturn umgiebt, hat den Beobachtern viel zu ſchaffen gemacht, weil er ihm das Anſehen giebt, als hätte er zwey Henkel. Bisweilen erſcheint Saturn auch ganz rund und völlig frey. Endlich fiel Huygens darauf, daß dasjenige, was man neben dem Saturn erblickt, ein großer, breiter, wenig dicker, freyſchwebender Ring ſeyn müßte, wie es alle nachfolgenden Beobachtungen beſtätigt haben. Dieſer Ring iſt gegen die Bahn des Saturns um die Sonne unter einem Winkel von 30 Gr. geneigt. Sein Durchmeſſer, nämlich der des äußern Randes, verhält ſich zu dem Durchmeſſer des Saturns, nach ältern Beobachtungen wie 7:3; nach Herſchels, wie 31:13 oder nahe wie 12:5. Seine Breite iſt etwa $\frac{1}{3}$ des Durchmeſſers des Saturns, oder $\frac{1}{7}$ des Durchmeſſers des Ringes, alſo ſein Abſtand von des Planeten Oberfläche etwa eben ſo groß.

Wir werden in der Folge ſehen, daß der Durchmeſſer des Saturns 17160 geographiſche Meilen hält, folglich iſt der äußere Durchmeſſer des Ringes 40040 Meilen, und ſein Umfang 125790 Meilen groß; ſein Abſtand vom Saturn und ſeine Breite betragen 5720 Meilen. Ein außerordentliches Gewölbe, von welchem wir uns gar keine ſinnliche Vorſtellung machen können. Die Theile deſſelben halten ſich durch ihren gegenſeitigen Druck, wie die Steine eines Gewölbebogens. Allein da der Halbmeſſer des Gewölbes ſo ungeheuer groß iſt, ſo wird noch ein Mittel angewandt ſeyn müſſen, das Gewicht gegen den Saturn zu vermindern. Dieſes iſt der Umſchwung in der Fläche des Ringes. Dadurch erhalten alle Theile deſſelben ein Beſtreben, ſich von dem Mittelpuncte des Planeten zu entfernen, und werden weniger ſchwer. Zugleich wird dadurch bewirkt, daß der Ring nicht zur Seite ſchwanken kann. Wirklich hat auch Hr. Herſchel eine Umdrehung des Ringes durch die Bewegung einiger Flecken wahrgenommen, und die Zeit auf 10 St. 32′ 15″ beſtimmt. Er hat auch gefunden, daß der Ring aus zwey concentriſchen Ringen beſteht, mit einem leeren Raume zwiſchen beiden. Die Breite des innern Ringes iſt 805, des äußern 280, des Zwiſchenraums 115 ſolcher Theile, deren der Durchmeſſer des äußern Umfangs 8300 enthält, ſo daß die Breite des zuſammengeſetzten Ringes 1200, nahe $\frac{1}{7}$ des Durchmeſſers des Ringes iſt. Der Grund, warum der Ring gedoppelt iſt, mag ſeyn, daß dadurch jeder die für ihn ſchickliche Umdrehungsgeſchwindigkeit und Verminderung ſeiner Schwere gegen den Planeten erhält. Stellt man ſich den Ring als eine Reihe von Trabanten vor, deren jeder ſich in einem Kreiſe um den Saturn bewegt, ſo daß die Wirkung der Schwerkraft durch die

Schwung-

Schwungbewegung gehoben wird, ſo müßte bey einer Umlaufszeit von 10 St. 32′ 15″, nach der obigen Regel, der Abſtand eines dieſer Trabanten von dem Mittelpuncte Saturns, 1,759 Halbmeſſer des Planeten groß ſeyn, oder 3063 ſolcher Theile, deren der Durchmeſſer des äußern Umfangs des Ringes 8300 hat. Der Abſtand iſt etwas größer als der innere Halbmeſſer des innern Ringes, der 2950 Theile hält. Die angeführte Umlaufszeit des Ringes gilt für den äußern, weil einige der beobachteten Flecken nahe am äußern Rande deſſelben liegen. Sie könnte für dieſen zu klein ſcheinen; allein die Schwere deſſelben gegen den Mittelpunct des Planeten wird durch den innern, beträchtlich breitern, vielleicht auch dichtern Ring vergrößert, daher der Umſchwung geſchwinder mag haben ſeyn müſſen, als es für einen einzelnen Ring nöthig wäre. Die Umlaufszeit des innern Ringes iſt noch nicht entdeckt. Sie iſt vermuthlich größer als jene, weil die Schwere gegen den Planeten durch die Schwere gegen den äußern Ring vermindert wird.

Wir ſehen den Ring unter einer länglichen Geſtalt, weil er gegen uns eine ſchiefe Lage hat. Er wird immer ſchmäler, je mehr er bey dem Fortrücken des Saturns und durch die Bewegung der Erde ſich der Lage nähert, in welcher ſeine Fläche durch unſer Auge geht, und wir ihn alſo bloß nach der uns unmerklichen Dicke ſehen. Saturn erſcheint alsdann völlig rund und frey, und man ſieht auf ſeinem Körper den Schatten des Ringes, wenn die Sonne denſelben nicht gar zu ſchief erleuchtet. Hierauf wendet der Ring, der ſich immer parallel bleibt, uns ſeine dunkle Seite zu. Um dieſe Zeit geſchieht auch der Erleuchtungswechſel an dem Ringe, nämlich alsdann,

wenn die Ebene deſſelben durch die Sonne geht, und anſtatt der nördlichen oder ſüdlichen Seite die ſüdliche oder nördliche erleuchtet wird. Bey dieſem Erleuchtungswechſel kann der Ring verſchwinden oder wieder ſichtbar werden, nachdem die Erde an der einen oder der andern Seite des Ringes ſich befindet. Die Erſcheinungswechſel des Ringes ſind ſehr ungleich, weil die Erde einmahl oder dreymahl durch die Ebene des Ringes um die Zeit des Erleuchtungswechſels gehen kann. Im Jahre 1789 geſchah der Erleuchtungswechſel am 11. October. Vorher, am 5. May und 23. Auguſt war die Erde durch die Ebene des Ringes gegangen, welches am 30. Jan. 1790 noch einmahl geſchah, ſo daß der Ring zweymahl verſchwand und wieder ſichtbar ward. Die Erleuchtungswechſel ereignen ſich während eines Umlaufs des Saturns um die Sonne, (29 Jahr 169 Tage) zweymahl.

Den Nutzen des Ringes für den Saturn können wir nicht wohl angeben. Er ſetzt oft einen beträchtlichen Theil der Oberfläche dieſes Planeten Jahre lang in Schatten, und vermindert dadurch den Vortheil, den er dieſen Gegenden durch das von ſeiner Oberfläche zurückgeworfene Licht zu einer andern Zeit verſchafft. Der Ring kann einen Einfluß auf den Saturn haben, welchen wir aber nicht errathen mögen. Wenn eine ſeiner Flächen faſt 15 Jahre lang von der Sonne beſchienen iſt, ſo mag ſie ſo erwärmt ſeyn, daß ſie die folgenden 15 Jahre im Herbſte und Winter die Kälte zu mindern dient. Die ſieben Monden vergüten die Beraubung des Sonnenlichtes.

69. Uranus hat zwey Monden, welche Hr. Herſchel mit ſeinem 20füßigen Spiegelteleſkop im J. 1787 entdeckt hat. Die periodiſchen Umlaufzeiten derſelben ſind, I. 8 T. 16 St. 58′. II. 13 T. 10 St. 56′.

Die

Die Abſtände vom Uranus, I. 17 Halbmeſſer des Uranus; II. 73 Halbmeſſer. Die Bahnen ſtehen faſt ſenkrecht auf die Bahn des Uranus.

70. Auf dem Jupiter erblickt man einige dunkle, nicht genau begränzte, auch wohl unterbrochne, veränderliche parallele Streifen, bisweilen mehrere, ſelbſt viele, bisweilen wenigere, gewöhnlich drey. Sie ſind auch zuweilen mit lichten Streifen vergeſellſchaftet. Oft zeigen ſich auf der Oberfläche dieſes Planeten Flecken von veränderlicher Geſtalt, die kürzere oder längere Zeit ſichtbar bleiben, meiſtens dunkelſchwarz, zuweilen licht ſind. Dieſe Flecken und die Gränzen der abgebrochnen Streifen rücken auf der Scheibe des Planeten von Morgen gegen Abend, in Beziehung auf uns, fort. Aus vielfältiger Beobachtung dieſer Flekken hat man geſchloſſen, daß Jupiter ſich etwa in 9 Stunden 56 Min. einmahl um ſeine Axe dreht. Die Richtung des Laufs dieſer Flecken zeigt, daß die Axe faſt ſenkrecht auf die Bahn des Jupiters ſteht. Die Tage und Nächte bleiben alſo auf dieſem Planeten ſich faſt gleich, und der Unterſchied der Jahreszeiten iſt gering. — Man hat auch gefunden, daß Jupiter eine merklich abgeplattete Geſtalt hat, ſo daß die Axe deſſelben ſich zu dem Durchmeſſer des Äquators, oder des großen mitten durch die Axe ſenkrecht darauf ſtehenden Kreiſes, etwa wie 13 zu 14 verhält. Dieſer beträchtliche Unterſchied der beiden Durchmeſſer führt auch, nach der Theorie der Bewegung, auf eine Zeit des Umſchwunges, die der beobachteten nahe genug kommt.

Jupiter hat ohne Zweifel eine Atmoſphäre wie unſere Erde. Die dunkeln Streifen geben zu erkennen, daß beträchtliche Schichten dieſer Atmoſphäre

durch fremdartige Beymiſchungen getrübt werden. Die lichten, zuweilen gelbbräunlichen Streifen ſind reine, durchſichtige Luftſchichten, durch welche das Sonnenlicht von der Oberfläche des Körpers des Jupiters zurückgeworfen wird. Die Gränzen oder die Enden der abgebrochenen dunkeln Streifen ſind Scheidungen heller und trüber Theile einer Schicht. Daraus folgt, daß dieſe Enden nicht völlig als feſte Puncte betrachtet werden können. Die ſchwarzen Flecken ſind wahrſcheinlich Gebirgeskuppen, die aus dem Luftmeere hervorragen oder durchſcheinen, aber bey dem Ebben und Fluthen dieſes Meeres, wenn ſie nicht ſehr hoch ſich erheben, veränderlich ſeyn mögen. Daher bleiben ſie bald längere, bald kürzere Zeit ſichtbar, und wechſeln ihre Stellen, woraus begreiflich wird, warum die beobachteten Umdrehungszeiten zuweilen um einige Minuten verſchieden ſind. Durch viele ſorgfältige Beobachtungen, die Hr. Schröter mit einem ſiebenfüßigen herſchelſchen Teleſkop, während eines Zeitraums von mehr als drey Monaten, angeſtellt hat, gab das Ende eines ſüdlichen Streifen eine Umdrehungszeit von 9 St. 55′ 17″, 6 im Mittel, und ein lichter Fleck in einer andern Gegend während derſelben Zeit, 9 St. 55′ 33″, 6. Der Unterſchied rührt ohne Zweifel von atmoſphäriſchen Veränderungen auf dem Jupiter her. Übrigens zeigen dieſe Beobachtungen, daß die ſchon von Caſſini gefolgerte Umdrehungszeit von 9 St. 56′ wenig von der wahren abweiche.

71. Auf dem Saturn hat man noch keine Flecken entdeckt, vermittelſt welcher man ſeine Umdrehungszeit beſtimmen könnte. Einen Streifen hat man ſchon lange auf demſelben wahrgenommen. Nach Hrn. Herſchels Beobachtungen zeigen ſich einer oder zwey Streifen von veränderlicher Breite und Farbe, die

die mit dem Ringe genau oder beynahe parallel liegen. Einmahl hat er auf denſelben einen dunkeln Flecken bemerkt, der ſeine Lage veränderte, woraus ſich folgern läßt, daß Saturn ſich nach derſelben Seite wie Jupiter oder die Erde, von Abend gegen Morgen, um ſeine Axe dreht. Die Umdrehung folgt auch daher, daß Saturn wie Jupiter merklich abgeplattet iſt. Herſchel hat das Verhältniß des Äquatoreal- und Polar-Durchmeſſers nahe wie 11:10 gefunden. Ein anderer geſchickter Aſtronom, Herr Bugge in Kopenhagen, findet dieſes Verhältniß ſogar faſt wie 3:2. Nach jenem erſtern Verhältniſſe würde die Umdrehungszeit, zufolge einer theoretiſchen Berechnung, 14 St. 29′ ſeyn. Der Ring des Saturns muß, ſo wie auf der Erde der Mond das Meer aufſchwellen macht, auch eine beträchtliche Erhebung der flüſſigen Maſſe unter dem Ringe, oder auf dem Äquator des Planeten, verurſachen, vorausgeſetzt, daß eine flüſſige Maſſe einen Theil ſeiner Oberfläche bedecke. Die Veränderungen in der Geſtalt und Farbe der Streifen laſſen vermuthen, daß Saturn eine Atmoſphäre habe, welches auch eine gewiſſe Erſcheinung bey den Bedeckungen der Trabanten dieſes Planeten von dem Körper deſſelben wahrſcheinlich macht.

72. Mars hat niemahls eine ſichelförmige Geſtalt, wie Merkur und Venus oft annehmen; ſeine Lichtgeſtalt nimmt nicht weiter ab, als des Mondes ſeine drey Tage nach dem Vollmonde. Auf ſeiner Oberfläche hat man ſehr große, nicht allemal ſcharf begränzte, veränderliche Flecken beobachtet, die aber doch ſo deutlich ſind, daß man daraus mit hinlänglicher Sicherheit beſtimmen können, Mars drehe ſich in 24 Stunden 39 oder 40 Min. einmal um ſeine Axe. Dieſe Folgerung hat neulich Hr. Herſchel durch

ſeine Beobachtungen beſtätigt *). Er hat auch gefunden, daß der Äquator dieſes Planeten gegen ſeine Bahn um die Sonne unter einem Winkel von 28° 42′ geneigt iſt. Der Unterſchied der Jahreszeiten iſt alſo auf dem Mars etwas größer als auf unſerer Erde, deren Äquator mit ihrer Bahn einen Winkel von 23° 28′ macht. Merkwürdig iſt es, daß der Polardurchmeſſer des Mars beträchtlich kleiner iſt, als der Äquatorealdurchmeſſer, ungeachtet ſeine Umdrehungszeit noch etwas größer iſt, als die der Erde, und ſein Umfang kleiner. Hr. Herſchel hat das Verhältniß beider Durchmeſſer nahe wie 15 zu 16 gefunden.

73. Auf der Venus hat man auch Flecken bemerkt. Sie ſind aber zu ſchwer zu beobachten und zu unbeſtimmt, als daß man die Umdrehungszeit dieſes Planeten daraus herleiten könnte. Caſſini ſetzte ſie zu 23 St. 20 Min. an; Bianchini zu 24 Tage 8 St. Hr. Schröter folgert aus ſeinen Beobachtungen, aber nach einem andern Verfahren, als dem von jenen Aſtronomen gebrauchten, daß die Umdrehungszeit der Venus 23 St. 21′ beträgt. Er hat auch Gelegenheit gehabt, über die Höhe der Berge auf der Venus ein paar Beobachtungen anzuſtellen. Einer derſelben iſt über vier deutſche Meilen hoch, ein anderer gegen drey Meilen und vielleicht noch höher. Daß es auf der Venus ſehr hohe Berge gebe, hat ſchon de la Hire im Jahr 1700 bemerkt. Die Venus iſt vermuthlich auch von einer Atmoſphäre umgeben, da nach Hr. Schröters Beobachtungen die Erleuchtung an der Lichtgränze ſchwächer iſt, als daß man die Lichtabnahme aus den klei-

*) Zeichnungen der Flecken des Mars nach Herſchels Beobachtungen in den Philoſ. Transact. für 1781 und 1784.

kleinen Auffallswinkeln der Sonnenſtrahlen herleiten könnte, und weil in der Randfläche der Nachtſeite ein ſehr mattes bläuliches Licht, eine Dämmerungshelle, bemerkbar iſt.

74. Der **Mond** zeigt ſchon dem bloßen Auge helle und dunkle Gegenden auf ſeiner Oberfläche. Durch Fernröhre ſieht man, daß es gebirgige und ebene Landſchaften ſind, in welchen aber das Wilde und Sanfte weit ſtärker ſich entgegen geſtellt iſt, als auf unſerer Erde. Der Mond hat viele Gebirge, zum Theil in geringer Höhe und Breite langgeſtreckt, oder in rauhen Haufen zuſammengekettet, oft einzeln aus der Ebene emporſteigend, größtentheils aber kranzförmig um eine Ebene oder eine Einſenkung geſtellt. Dieſe Kranzgebirge ſind am häufigſten in den hellen Gegenden der Mondsflächen, beſonders in dem ſüdlichen Theile, welcher damit gleichſam überſäet iſt. Manche halten 10, 15, ja bis 30 unſerer geographiſchen Meilen im Durchmeſſer, mehrere aber ſind viel kleiner, bisweilen nur etwa 2000 Fuß weit. Zum Theil ſchließen ſie Ebenen oder wenig ungleiche Flächen ein, die ſich gewöhnlich wenig von der allgemeinen Mondsfläche entfernen mögen. Dieſe nenne man Wallebenen. Viele enthalten eingeſenkte Becken, Keſſel und tiefe Abgründe. Oft greifen kleine Ringgebirge in den Wall der größern ein, und bisweilen in jene noch kleinere, eben ſo wie die vulkaniſchen Trichter auf unſerm Ätna. Häufig erhebt ſich aus der Mitte eines Kranzgebirges ein Berg, zuweilen zwey oder drey, nicht ſelten von beträchtlicher Höhe; auch Trichterberge liegen innerhalb der Wallebenen. Einige Einſenkungen ſind mäßig, z. B. 200 oder 300 Klafter (6 Fuß) tief, manche ſind 1000 Klafter und darüber tief; ja es giebt Trichtergebirge, die gegen 2000

Klafter oder darüber tief ſind, bey einem Durchmeſſer von 4 bis 9 Meilen. Ein gewiſſer Trichter iſt ſogar über 3000 Klafter tief, und etwas über 3 Meilen weit. In dieſem Abgrunde könnte der höchſte Berg unſerer viel größern Erde, der Chimboraço, ſeiner ganzen Höhe nach ſtehen. Wir haben auf unſerer Erde gar nichts vergleichbares. Auch die Berge des Mondes ſind zum Theil viel höher als die unſrigen. Die Ringgebirge erheben ſich zwar nur mäßig, manche nur 150 bis 300 Klafter; einige ſind aber auch 900 bis 1100 Klafter hoch gefunden. Von einigen Bergkränzen erheben ſich einzelne hohe Bergſpitzen. Solche Berge, die bey uns ſchon zu den höhern gerechnet werden, gehören auf dem Monde noch zu den kleinern. Berge von 10000 Fuß ſind hier noch vom mittlern Schlage. Hr. Schröter hat ſogar an dem ſüdlichen Mondrande Gebirge angetroffen, die gegen 25000 Pariſer Fuß hoch ſind. Der Chimboraço im ſüdlichen Amerika erhebt ſich nur 19320 Fuß über die Meeresfläche. Die Höhe der Mondsberge iſt verhältnißmäßig deſto größer, da der Durchmeſſer des Mondes nur $\frac{3}{11}$ des Durchmeſſers der Erde beträgt *).

75. Die

*) Man wird ſich vielleicht wundern, wie es möglich ſey, Berge und Einſenkungen auf dem Monde zu meſſen. Eine ſchon von Hevel gebrauchte Methode iſt, den Abſtand der erleuchteten Spitze eines im Dunkeln liegenden Berges von der Lichtgränze zu meſſen, den Winkel nämlich, unter welchem derſelbe erſcheint. Oder man mißt die Länge des Schattens eines Berges bey niedrigem Stande der Sonne auf dem Monde. Die Höhe der Sonne wird durch den Abſtand von der Lichtgränze gefunden. Aus dieſen Größen läßt ſich die Höhe des Berges berechnen, oder wenigſtens ziemlich genau ſchätzen. Das Verfahren läßt ſich auch auf Einſenkungen anwenden. Herr Oberamtmann Schröter hat dieſe Methode größtentheils gebraucht. Die hier angeführ-

75. Die dunkeln Gegenden des Mondes pflegte man ehemahls für Meere zu halten; aber es ſind, allem Anſehen nach, Ebenen, vielleicht die fruchtbarſten, vergleichungsweiſe zu reden, mit Wieſen und Holzungen bedeckten flachen Landſchäften des Mondes. Sie haben ein grauliches mattes Licht. Die Lichtgränze zwiſchen der Tagesſeite und Nachtſeite der Mondsfläche zeigt ſich hier gewöhnlich, durch mäßige Fernröhre, ziemlich ſcharf abgeſchnitten, dagegen dieſe Gränze in dem gebirgigen Theile des Mondes ſehr ausgezackt erſcheint. Man erblickt auf dieſen Ebenen lichte Streifen, welche durch ihren Schatten zu erkennen geben, daß ſie niedrige Bergdämme ſind. Sie laufen zuweilen von den in dieſen Ebenen hin und wieder befindlichen größern Ringgebirgen als von einem Mittelpuncte aus, und pflegen die kleinern unter ſich und mit den größern zu verbinden. Einzelne Bergklippen oder unregelmäßige Kettengebirge unterbrechen die Gleichförmigkeit dieſer großen Thalgegenden. Sie verlieren ſich bald ſanft in die angränzenden oder untermiſchten hellern Gegenden, bald ſind ſie deutlicher von mäßigen Anhöhen abgeſchnitten, bald von hohen Gebirgesketten begränzt. Viele Wallebenen haben ebenfalls ein grauliches Licht, und mögen im Kleinen ſeyn, was jene im Großen. Auch durch die hellen Gegenden ziehen ſich Lichtſtreifen; insbeſondere iſt in dem ſüdlichen Theile ein Kranzgebirge, Tycho, wegen der von demſelben ausgehenden Lichtſtreifen merkwürdig.

Daß dieſe grauen Gegenden keine Sammlungen von Waſſer oder einer ähnlichen flüſſigen Maſſe, wie un=

führten Meſſungen ſind alle von ihm, aus ſeinem vortrefflichen Werke: Selenotopographiſche Fragmente ꝛc. 1791. gr. 4. mit 43 Kupfert. Der Auszug, den ich hier aus dieſem Werke liefere, wird zeigen, wie allgemein intereſſant daſſelbe iſt.

unſere Meere, ſind, erhellt ſchon aus den darin befindlichen Trichtergebirgen und den ſich kreuzenden Bergdämmen; noch mehr aber aus den Unebenheiten der Oberfläche, die man durch ein vollkommnes Fernrohr darin wahrnimmt. In der Nachtſeite des Mondes an der Lichtgränze zeigen ſich hügelartig erhabene Flächenſtriche, wo der Tag früher anbricht, als in den benachbarten Gegenden. Auch iſt der Schatten der Gebirge auf dieſen Ebenen viel ſchärfer begränzt, als er es auf einer Waſſerfläche ſeyn könnte. Inzwiſchen mag es doch flüſſige Materien auf dem Monde geben, ohne welche wir wenigſtens uns kein Wachsthum und keine Ernährung organiſirter Körper vorſtellen können.

76. Die Mondsfläche zeigt ſich immer mit gleicher Deutlichkeit und Helligkeit, wenn unſere Luft heiter iſt. Der Mond hat alſo keine Atmoſphäre, wie die unſrige, die durch die aufgelöſeten fremdartigen Materien ſo oft getrübt wird. Damit ſtimmt, daß der Mond keine Waſſerſammlungen hat. Er bedarf alſo auch keines Mittels, das Waſſer aufzulöſen, um das Trockne damit zu befeuchten. Doch iſt darum noch nicht ein reinerer und ungemiſchter Luftkreis dem Monde abzuſprechen. Die von Hrn. Schröter beobachteten zufälligen und abwechſelnden Veränderungen an einigen Stellen des Mondes deuten Verdunkelungen und Aufheiterungen einer luftförmigen Hülle an, oder Dämpfe, die von einer Atmoſphäre aufgenommen, vermuthlich aber nicht aufgelöſet und verbreitet wurden. Wenn der Mond auf ſeinem Laufe einen Stern bedeckt, ſo wird dieſer oftmahls unförmlich, indem er an den Rand tritt. Obgleich dieſes auch aus der Beugung des Lichts (Naturl. 523.) erklärt werden kann, ſo iſt doch, in Verbindung mit andern Er-

ſchei-

ſcheinungen, eine Brechung der Lichtſtrahlen noch wahrſcheinlicher die Urſache. An der Lichtgränze zeigt ſich ein matt abfallendes Licht, welches, bey genauer Betrachtung durch große Fernröhre, nicht ganz von der Schiefe der auffallenden Strahlen und dem Halbſchatten, ſondern zum Theil von einer Schwächung des Sonnenlichts durch die Atmoſphäre des Mondes zu entſtehen ſcheint. Noch deutlicher nimmt man eine Schwächung des Lichts an ſteilen Bergen in der Nachtſeite, nahe bey der Erleuchtungsgränze, wahr. Die Dünne und Reinheit der Mondsatmoſphäre macht unſern Begleiter ſoviel geſchickter, unſere Nächte zu erleuchten. Die Erde, deren Oberfläche über 13mahl größer iſt als des Mondes, vergilt demſelben ſeinen Dienſt vielleicht nicht einmahl gleich, wegen unſerer oft getrübten Atmoſphäre, der großen Meeresfläche und des überhaupt dunkelfarbigen Bodens unſeres feſten Landes.

77. Die Beſchaffenheit der Mondsberge giebt zu erkennen, daß dieſer Weltkörper durch ſehr heftige Naturwirkungen ſeine Geſtalt erhalten habe. Die Trichtergebirge ſind wahrſcheinlich durch den Ausbruch einer höchſt elaſtiſchen Flüſſigkeit entſtanden, welche, wie Pulver in einer Mine, das Geſtein herausſprengte, und es zu einem Walle ringsherum aufhäufte. Wirklich hat Hr. Schröter bey einigen Trichtergebirgen gefunden, daß der Inhalt des Walles dem Inhalte der Einſenkung nahe gleich kam. Die Wallgebirge mit eingeſchloſſenen Ebenen ſind vielleicht durch die Länge der Zeit wieder ausgefüllte Trichter und Becken, oder die Decke war zu feſt, und die Wirkung erſtreckte ſich ringsherum mit einem Durchbruche an den ſchwächern Stellen. Die kleinern eingreifenden Ringgebirge zeigen, daß auch in folgenden Zeiten Sprengungen in

der

der Runde aus einem Heerde geſchehen ſind. Die Central⸗berge ſind Wirkungen ſpäterer Erſchütterungen. Die Bergdämme ſind vermuthlich da aufgeworfen, wo die elaſtiſche Flüſſigkeit ſich einen Weg unter dem feſtern Erdreiche eröffnen konnte. Fand ſie auf dieſem Wege ſchwächere Stellen, ſo warf ſie einen Trichterberg auf. Eben dieſe aus ihren Kerkern befreyte Flüſſigkeit bilde⸗te etwa den Luftkreis des Mondes. Die großen Wir⸗kungen ihrer Ausbrüche werden dadurch begreiflich, daß die Schwerkraft auf dem Monde viel geringer iſt, als auf der Erde, daher der Druck einer elaſtiſchen flüſſi⸗gen Materie, unter einerley Umſtänden, dort eine Maſſe Geſtein höher ſchleudern muß, als bey uns. Noch ge⸗genwärtig ſcheinen wichtige Veränderungen auf dem Monde ſich zu ereignen. Hr. Schröter fand in dem Ringgebirge, Hevel benamt, einen Keſſel an⸗derthalb Meilen im Durchmeſſer groß, der 10 Mona⸗te vorher höchſt wahrſcheinlich noch nicht da geweſen wär. In dem nordöſtlichen Theile des Mondes ſieht man gegenwärtig zwey nicht unbeträchtliche Trichter⸗berge, die beiden Helikon, wo Hevel und Riccioli nur einen gezeichnet haben, obgleich beide ſich gleich kennt⸗lich darſtellen. Caſſini zeichnet an der Stelle des ei⸗nen nur einen undeutlichen Flecken. Es ſind Trichter von etwa 2000 Klafter Tiefe. In der Nachbarſchaft der Wallebene Plato befindet ſich ein ſehr kenntliches Ringgebirge, welches von den ältern Aſtronomen in ihren Charten nicht angemerkt iſt, ob ſie gleich kleine⸗re in der Nähe belegene angezeichnet haben. Mehrere Beyſpiele dieſer Art findet man in Hrn. Schröters Werke über den Mond. Einige von dem ſorgfältigen Göttingiſchen Aſtronom Mayer angemerkte Central⸗berge ſind jetzt nicht wahrzunehmen. Hin und wieder ſieht man die Spuren ehemahliger Bergkränze.

78. Auf

78. Auf der Nachtſeite des Mondes hat man zuweilen leuchtende Puncte bemerkt, die aber nicht gleich für brennende Vulkane zu halten ſind. Gegenden, die das Licht ſtark zurückwerfen, können auch von dem Erdenlichte erleuchtet ſichtbar werden. Hat der Mond gar keine Atmoſphäre, ſo läßt ſich Feuer, wie unſer irdiſches, nicht gedenken; kaum auch in einer dünnen, reinen Luft; phosphoriſche und elektriſche Erſcheinungen eher.

79. Merkwürdig iſt es, daß der Mond uns immer dieſelbe Seite zukehrt. Er muß alſo während ſeines Umlaufs um die Erde, in 27 T. 7 St. 43′ 11″, ſich um ſeine Axe drehen. Denn man laſſe eine Perſon um eine andere im Kreiſe herumgehen, und ihr immer das Geſicht zuwenden, ſo wird ſie in der Zeit eines Herumganges ſich einmahl umgedrehet haben. Wegen des ungleichförmigen Laufs des Mondes bekommt man etwas von der entgegengeſetzten Seite des Mondes bald an dem öſtlichen, bald an dem weſtlichen Rande zu ſehen, und auf eben die Art an dem nördlichen oder ſüdlichen Rande, wenn der Mond unter die Ekliptik herabſteigt oder ſich darüber erhebt. Dieſe ſcheinbaren Drehungen der Mondsſcheibe nennt man die Schwankung oder die Libration des Mondes. Die langſame Umwälzung des Mondes um ſeine Axe verurſacht, daß ein Tag auf demſelben etwa $13\frac{3}{4}$ unſerer Tage lang iſt, und eine Nacht eben ſo lang. Der Mittelpunct der Mondsſcheibe hat Mittag zur Zeit des Vollmondes, Abend im letzten Viertheile, Mitternacht beym Neumonde, Morgen im erſten Viertheile. Durch den langen Aufenthalt der Sonne über dem Horizonte eines Ortes auf dem Monde muß der Boden und die Luft ſehr erwärmt, ſo wie durch die lange Abweſenheit der Sonne ſehr erkältet werden. Vielleicht

leicht dienen die großen Abgründe gleichſam als Eiskeller, die Hitze bey Tage zu mäßigen, und verbreiten des Nachts die in ihnen erwärmte Luft. Ein Wechſel der Jahreszeiten iſt auf dem Monde nicht, weil die Axe dieſes Weltkörpers faſt ſenkrecht auf die Ebene der Ekliptik ſteht, und er, in Vergleichung mit der Entfernung von der Sonne, ſich nur wenig über dieſe Ebene auf der einen oder andern Seite erhebt. Das Erdenlicht kommt nur den Bewohnern der uns zugekehrten Seite zu Statten. Den in der Mitte des Mondes ſich aufhaltenden ſchwebt die Erde immer über ihrem Haupte; denen am Rande der Mondsſcheibe wohnenden zeigt ſie ſich nur am Horizonte, entzieht ſich ihnen auch, wegen der Schwankung des Mondes; den Bewohnern der Gegenſeite kommt ſie gar nicht zu Geſichte.

80. Die Sonne ſieht man an ihrem Umfange immer ſcharf begränzt. Sie iſt alſo kein flammendes Feuermeer; auch keine glühende große Kohle, die längſt mit Aſche oder Schlacken bedeckt ſeyn müßte, wenn ſie von der Art wie unſere glühenden Körper wäre. Unſere brennenden Materien verlöſchen ohne den Zutritt der Luft, und verbreiten ihre Wärme nur auf eine kleine Entfernung. Ein Körper, welcher, wie die Sonne, zur Erleuchtung und Erwärmung anderer Weltkörper beſtimmt iſt, muß von einer ganz andern Beſchaffenheit ſeyn, als dieſe, welche wir nicht errathen mögen. Sie kann an ſich ein dunkler Körper ſeyn, der mit einer eigenthümlichen Lichtſphäre, einer ziemlich dichten, an ſich nicht leuchtenden Luftgattung, umgeben iſt, und vermittelſt dieſer auf eine äußerſt feine, durch den ganzen Weltraum verbreitete feine Materie, den Äther, wirkt. Gewöhnlich erblickt man auf der Sonne einzelne oder mehrere F l e c k e n, von veränderlicher Größe und ungleicher Dauer, unordent-

ordentlich geſtaltet, gewöhnlich in der Mitte ein ſchwarzdunkler Kern, mit einem Nebel oder blaſſern Schatten umgeben, theils auch ohne einen lichtern Nebel oder als ein dunkler Rauch, mit einer äußerſt unbeſtimmten Gränze. Zuweilen findet man eine große Menge Flecken, die durch einen gemeinſchaftlichen lichten Nebel zuſammenhängen. Innerhalb der dunkeln Flecken und ihrer Nebel zeigen ſich oft vergängliche, helle Lichtadern. Merkwürdig ſind die lichtern Stellen, die Sonnenfackeln, welche ſich auf der reinen Sonnenſcheibe durch ihren weißen hellern Glanz unterſcheiden, einzeln oder haufenweiſe. Wenn viele beyeinander liegen, ſo erſcheinen ſie wie ein mit kleinen Wolken beſtreuter Himmel. Dieſe Sonnenfackeln entſtehen vielleicht von Bewegungen in der Lichtſphäre der Sonne, die Flecken an verdünnerten oder vertieften Stellen, wo man den dunkeln Körper der Sonne durch die Lichtſphäre erblickt.

81. Die Flecken haben alle eine gemeinſchaftliche Bewegung vom öſtlichen Sonnenrande zum weſtlichen; kommen auch manchmahl an dem öſtlichen Rande wieder hervor, nachdem ſie am weſtlichen verſchwunden waren; bewegen ſich an den Rändern langſamer und in der Mitte geſchwinder, ſind dort ſchmäler, hier breiter; wie es natürlich iſt, weil man die Theile an den Rändern unter einem kleinern Winkel wegen ihrer ſchiefen Lage ſieht, vorausgeſetzt, daß die Sonne eine große Kugel iſt, übereinſtimmig mit dieſen Erſcheinungen. Die Flecken ſind 13¾ Tage ſichtbar, und bleiben eben ſo lange auf der hintern Seite der Sonne für uns unſichtbar. Daraus folgt nach Caſſini, daß ſich die Sonne in 25 T. 14 St. 8 Min. um ihre Axe drehet. Dies iſt weniger als zweymahl 13¾, weil durch die Fortrückung der Sonne gegen Morgen die Wiedererſchei-

erſcheinung der Flecken verſpätet wird. Ganz genau iſt die Umwälzungszeit der Sonne nicht bekannt. Neuere Aſtronomen haben ſie gefunden 25 T. 13 St. 44 oder 27 Min., auch nur 25 T. 10 St. Die letztere Beſtimmung iſt von Hrn. de la Lande. Die Verſchiedenheit der Reſultate möchte anzeigen, daß die Flecken keine feſte Stelle auf dem Sonnenkörper haben, wie es oben von den Flecken des Jupiters auch bemerkt iſt. Aus der Richtung der Bewegung der Flecken hat man geſchloſſen, daß der Äquator der Sonne einen Winkel von etwa 7° 20′ mit der Ekliptik macht, die Axe der Sonne alſo einen Winkel von 82° 40′. Die meiſten Sonnenflecken zeigen ſich, ſelbſt dann, wenn die Sonne damit gleichſam überſäet zu ſeyn ſcheint, innerhalb einer Zone von etwa 20 Grad auf beiden Seiten des Äquators derſelben, am häufigſten zunächſt dieſes Kreiſes, vornämlich in einer ſüdlichen Abweichung von 6 bis 7 Graden.

82. Die **Fixſterne** erſcheinen ſelbſt durch vortreffliche Fernröhre nur als glänzende Puncte. So ungeheuer iſt ihr Abſtand, daß ſtarke Vergrößerungen ſogar ihren Durchmeſſer nicht merklich machen. Nur Hrn. Herſchels größere Teleſkope ſind vermögend, Sterne als kleine leuchtende Scheiben darzuſtellen. Sonſt kann aber auch die Zerſtreuung der Strahlen in einem Fernrohre den Sternen einen ſcheinbaren merklichen Durchmeſſer geben.

VII. Die Kometen.

83. Dieſe Himmelskörper haben ihren Namen von dem neblichten Schweife, den beynahe alle mit ſich führen. Sie haben gemeiniglich nur ein blaſſes Licht, und ſcheinen mit vielen Dünſten umgeben zu ſeyn. Man hat ſie ehedem wohl nur für Lufterſcheinun-

nungen gehalten, allein alsdann müßten ſie von verſchiedenen Orten der Erde an verſchiedenen Stellen des Himmels geſehen werden, welches nicht geſchieht. Sie erſcheinen nur auf eine kurze Zeit, nähern ſich der Sonne, und entfernen ſich wieder von ihr auf eine Art, die deutlich genug anzeigt, daß ſie ihren Lauf um ſie herum nehmen. Die Richtung ihres Laufs geht ſowohl von Morgen gegen Abend als von Abend gegen Morgen, unter allen möglichen Neigungen der Bahnen gegen die Ekliptik. Die ſcheinbare Geſchwindigkeit derſelben iſt zuweilen ſehr beträchtlich. Der Komet von 1472 gieng 120 Grade in einem Tage, der von 1760 in eben der Zeit 41 Grade. Die Anzahl der Kometen iſt ſehr groß. Ein Schriftſteller des vorigen Jahrhunderts hat mit großer Mühe die Geſchichte von 415 Kometen, die bis 1665 erſchienen ſind, mit Einſchluß aller Erdichtungen und Unglücksbiſtorien geliefert. Ein neuer franzöſiſcher Schriftſteller, Pingré, hat noch viel mehrere Nachrichten von Kometen geſammelt. Er rechnet aber nur 380 in den ältern Zeiten als ſicher. Lufterſcheinungen mögen oft für Kometen angeſehen worden ſeyn. Man hat bis zum Jahre 1790 von 81 Kometen die Lage und Geſtalt der Bahnen mehr oder weniger genau beſtimmt. Einer derſelben iſt mehrmahls erſchienen, nämlich in den Jahren 1006, 1080, 1155, 1230, 1305, 1380; Jun. 1456; Aug. 1531; Oct. 1607; Sept. 1682; März 1759; jedesmahl nach einer Zwiſchenzeit von 75 bis 76 Jahren, das letztemahl ein wenig ſpäter. Man war geneigt, die Kometen von 1532 und 1661 für denſelben zu halten, weil ſich viele Übereinſtimmung in ihren Bahnen zeigte. Es hätte alſo dieſer um das Jahr 1790 erſcheinen ſollen; allein die um dieſe Zeit erſchienenen haben einen ganz andern Lauf gehabt. Ob die Kometen von 1264 und 1556

dieſelben geweſen ſind, wird das Jahr 1848 lehren. Es können unſern Augen manche Kometen entwiſchen, wenn ſie entweder zu klein, unſcheinbar und zu ferne ſind, um von uns geſehen werden zu können, man müßte ſie denn in den weiten Gefilden des Himmels glücklicher Weiſe mit dem Fernrohre antreffen. Oder ſie ſind nur bey Tage über unſerm Horizonte, wie man einmahl bey Gelegenheit einer großen Sonnenfinſterniß einen Kometen gefunden hat; oder ſie ſind nur in den ſüdlichen Theilen der Erde ſichtbar. Die neuern Aſtronomen ſind in Aufſuchung der Kometen ſehr emſig geweſen. Die Hälfte der berechneten 81 Kometen iſt ſeit 1739 beobachtet, und ein Viertheil ſeit 1770.

Einige Kometen haben mit ihrem Schweife eine ſehr anſehnliche, ja furchtbare Größe gehabt. Ohne der ältern zu gedenken, erwähne ich nur der beiden von 1680 und 1744. Jener iſt einer der gewaltigſten, die man geſehen hat. Sein Schweif erſtreckte ſich am Himmel 60 oder 70 Grade weit. Der Körper ſelbſt glänzte nur wie ein Stern der zweyten Größe. Der Komet von 1744 hatte einen fächerförmigen Schweif, der ſich 24 Grade weit erſtreckte. Er war nur halb erleuchtet, wie der Mond in den Viertheilen, zum Beweiſe, daß auch die Kometen ihr Licht von der Sonne erhalten. Der Komet von 1769 hatte einen über 40 Grad langen Schweif. Der Berechnung ſeines kleinſten Abſtandes von der Erde zufolge muß der Schweif über zwey Millionen deutſche Meilen lang geweſen ſeyn.

Der Schweif iſt allemahl von der Sonne abgekehrt. Ob er uns groß oder klein erſcheint, hängt nicht bloß von ſeiner wahren Größe, ſondern auch von ſeiner Lage gegen unſer Auge ab. — Von den Bahnen dieſer Weltkörper im folgenden Abſchnitte.

Zwey-

Zweyter Abſchnitt.

Entwickelung der wahren Bewegungen der Himmelskörper.

I. Geſtalt und Größe der Erde.

84. Wir haben bisher noch nicht daran denken können, die Geſtalt und Größe des Weltkörpers, welchen wir bewohnen, zu beſtimmen, ohne welches es aber unmöglich iſt, zu den Meſſungen der himmliſchen Bewegungen zu gelangen.

Daß unſere Erde von Morgen gegen Abend eine abgerundete Geſtalt habe, beweiſen die Umſchiffungen, welche man nun ſchon häufig von Morgen gegen Abend oder auch umgekehrt vollendet hat. Von Süden nach Norden und von Norden nach Süden hat man, wegen des Eiſes um die Pole, die Erde nicht geradezu umfahren können; man hat aber das Meer um den Südpol ganz umſchifft; es zeigen auch die Vergleichungen des zurückgelegten Weges mit den Beobachtungen am Himmel, man mag ſeyn wo man will, daß die Erde auch von Norden nach Süden kugelförmig gekrümmt iſt. Je weiter man nach Süden kömmt, deſto mehr erheben ſich die ſüdlichen Sterne über den Horizont, und die nördlichen werden niedriger. Dieſes fände allenfalls auch ſtatt, wenn die Erde von Norden nach Süden gerade aus geſtreckt wäre; allein alsdenn müßten die Sterne in einer ſehr geringen Entfernung von uns ſeyn, und an verſchiedenen Orten der Erde könnte ihre Lage gegen einander nicht einerley erſcheinen. Dazu kömmt, daß der Schatten der Erde auf dem Monde immer ohne merklichen Fehler kreis-

rund erſcheint, welches bloß bey einer Kugelfigur oder einer wenig davon abgehenden ſtatt findet. Wenn ein Schiff auf der See ſich vom Ufer entfernt, ſo verliert man am Horizonte zuerſt den Körper deſſelben aus den Augen, zuletzt die Spitzen der Maſten. Sichtbare Beweiſe von der Krümmung der Erde.

85. Wir wollen fürs erſte die Erde eine vollkommene Kugel ſeyn laſſen. Man wird hoffentlich keine Schwierigkeit dabey finden, wie ein ſolcher Körper bewohnt ſeyn könne, ohne daß unſere Gegenfüßer herabfallen. Die Richtung der Schwere geht immer nach dem Mittelpuncte der Erde. Wo man auch ſeyn mag, hat man dieſen immer gerade unter den Füßen, und glaubt ſich auf dem oberſten Puncte der Kugel. Es giebt eigentlich keinen oberſten Punct auf der Erdkugel.

86. Denjenigen Durchmeſſer der Erde, welcher mit der ſcheinbaren Axe der Himmelskugel parallel iſt, oder welches gleichgültig iſt, in dieſe Axe fällt, wollen wir auch die **Axe der Erde** nennen; die Endpuncte deſſelben die **Erdpole**, einen den **Nordpol**, den andern den **Südpol**. Den großen Kreis, der in allen ſeinen Puncten gleich weit von dieſen Polen, nämlich um 90 Grade abſteht, nennen wir auch den **Aequator**, oder, wenn man will, den **Mittelkreis**, wiewohl der Ausdruck noch nicht angenommen iſt, ja aber nicht Mittagslinie. Die mit dem Äquator parallel gezogenen kleinern Kreiſe heißen **Parallelkreiſe**. Die großen Kreiſe durch die Pole nennt man **Meridiane**, oder **Mittagskreiſe**. Der Äquator und die Meridiane liegen mit den himmliſchen Kreiſen gleicher Benennung in einer Fläche: die Parallelkreiſe auf der Erde aber mit denen am Himmel nicht, ſind aber doch ihnen parallel. Die Kreiſe, welche wir (Fig. I.) am Himmel uns vorgeſtellt haben, können alſo alle auf die Erde übergetragen werden, der Äquator und die

Me-

Meridiane durch die Durchſchnitte ihrer Ebenen mit der Erdfläche, die Parallelkreiſe durch Kreiſe, deren Abſtand von dem Erdäquator durch ähnliche Bogen der Meridiane wie am Himmel gemeſſen wird.

87. Es ſtelle (Fig. 8.) der Kreis APQp einen Meridian auf der Erde vor, auf welchem P der Nordpol der Erde, p der Südpol iſt. Die gerade Linie AEQ iſt die Hälfte des Äquators auf der Erdfläche; KR, ST ſind Parallelkreiſe in der Entfernung von $23\frac{1}{2}$ Graden von dem Äquator; DHE und FIG Parallelkreiſe in der Entfernung von $66\frac{1}{2}$ Graden, welche wie jene auf einem Meridian gemeſſen werden. Wenn die Sonne ſich im Äquator am Himmel befindet, ſo ſteht ſie ſenkrecht über den Örtern, die auf dem Erdäquator liegen. Wenn ſie nach Norden bis zum Wendekreiſe des Krebſes, oder nach Süden zum Wendekreiſe des Steinbocks fortgerückt iſt, ſo iſt ſie dort den Bewohnern des Parallelkreiſes KR, hier denen des ST zu Mittage ſenkrecht. Wenn die Sonne über R ſenkrecht ſteht, ſo erſtreckt ſich die Erleuchtung bis D über den Pol P hinaus, reicht aber auf der andern Seite nur bis G, ſo daß alle Gegenden um den Nordpol bis an den Kreis DHE während eines täglichen Umlaufes der Sonne Tag, alle Gegenden aber um den Südpol bis an FIG Nacht haben. So wie die Sonne wieder nach dem Äquator zurückkehrt, wird der beſtändig erleuchtete Theil um den Nordpol, und der beſtändig im Finſtern liegende um den Südpol kleiner. Steht die Sonne über dem Äquator ſenkrecht, ſo haben alle Gegenden der Erde Tag und Nacht gleich. Geht ſie auf die andere Seite hinüber, ſo wechſeln die Erſcheinungen auf der ſüdlichen und nördlichen Hälfte mit einander. Dies verhält ſich wirklich auch ſo, zu einem neuen Beweiſe für die Kugelgeſtalt der Erde. Die Kreiſe DHE, FIG heißen **Polarkreiſe**, jener der ark-

tiſche oder nordliche, dieſer der antarktiſche oder ſüdliche.

88. Weil die Fixſterne in gleichen Weiten von einander erſcheinen, man mag ſie von welchem Orte der Erde man will betrachten, ſo iſt der Halbmeſſer der Erde gegen die Entfernung der Sterne von uns für nichts zu ſchätzen, und es iſt bey ihren Beobachtungen von der Oberfläche der Erde eben ſo gut, als wenn man ſie in dem Mittelpuncte ſelbſt anſtellete. Allenthalben auf der ganzen Erde iſt man in dem Mittelpuncte der Himmelskugel.

89. Die Lage eines jeden Orts auf der Erde, wie L, wird durch die Entfernung LB vom Äquator auf dem Meridiane PLBp, und durch die Lage dieſes Meridians gegen einen gewiſſen andern Meridian als PAp beſtimmt. Der Bogen LB heißt die **Breite** des Orts L, der Winkel ſeines Meridians mit dem angenommenen PAp ſeine **Länge**. Das Maaß dieſes Winkels iſt der Bogen AB des Äquators zwiſchen den Meridianen PAp und PLBp.

90. Der Bogen LB ſelbſt iſt es nicht, der die Breite ausdruckt, ſondern vielmehr der dazu gehörige Winkel am Mittelpuncte der Erde. Dieſer iſt der Polhöhe des Ortes gleich. Es ſey APQp (Fig. 9.) die Erde, C ihr Mittelpunct, L ein Ort auf der Oberfläche, HLR die Horizontebene deſſelben, LZ eine lothrechte Linie durch L, die unbeſtimmt zu verlängernde pL die ſcheinbare Axe der Himmelskugel, die darauf ſenkrechte La ein Halbmeſſer des Äquators am Himmel. Mit pL ziehe man durch den Mittelpunct der Erde C den Durchmeſſer PCp parallel, ſo iſt dieſer die Axe der Erde, und die darauf ſenkrechte ACQ iſt ein Durchmeſſer des Erdäquators. Durch den Mittelpunct C gedenke man ſich mit der Horizontebene HR des Ortes L eine Ebene hr parallel, ſo iſt dieſe die auf

den

den Mittelpunct der Erde übergetragene Horizontebene des Ortes, und in Abſicht auf die Fixſterne mit dieſer gleichgültig. Die Polhöhe pLR des Ortes L iſt, wegen des Parallelismus der Linien pL, PC, dem Winkel PCr gleich, oder dem Winkel der Axe mit der Horizontallinie hr in der Ebene des Meridians. Die Ergänzung der Winkel ACL und PCr zu einem Rechten iſt derſelbe Winkel PCL, alſo iſt ACL gleich PCr, oder die Breite des Ortes iſt der Polhöhe deſſelben gleich. — Der Winkel aLZ iſt gleich ACL, oder der Abſtand des Zeniths vom Äquator am Himmel iſt die Breite des Ortes auf der Erde.

91. Die Länge eines Ortes oder die Lage ſeines Meridians zu beſtimmen, muß man einen Meridian als den erſten annehmen. Dieſer ſey PAp (Fig. 8.). Der Winkel des Meridians PBp mit PAp, oder das Maaß deſſelben, der Bogen des Äquators AB, wird von Abend gegen Morgen in einem fort bis zu 360° gerechnet, oder man zählt nur bis 180° auf der Morgen- oder Abendſeite von PAp, und unterſcheidet die öſtliche oder weſtliche Länge.

92. Den erſten Meridian zieht man entweder durch ein berühmtes Obſervatorium, als das von Paris, Greenwich, Berlin, Wien, Petersburg u. a. Oder man nimmt mit den franzöſiſchen und den mehreſten Geographen den Meridian der Inſel Ferro, der weſtlichſten unter den kanariſchen Inſeln, für den erſten an, eigentlich einen Meridian, der gerade 20 Grad weſtlicher liegt, als der von der Pariſer Sternwarte. Folgendes Verzeichniß merkwürdiger und möglichſt genau beſtimmter Örter, nach ihrer Länge und Breite, iſt theils aus Hrn. Bode aſtronomiſchem Jahrbuche für 1788, theils aus den neuen Sonnentafeln des Hrn. von Zach genommen. Einige wenige mit einem Sterne bemerkten ſind von mir

zugeſetzt. Die mit einem † bezeichneten Angaben ſind minder zuverläſſig. Der in der letzten Columne angegebene Zeitunterſchied wird zu der Berliner Zeit addirt, wenn der Ort öſtlich liegt, ſubtrahirt, wenn er weſtlich liegt. Dieſes Verzeichniß wird dienen, die Charten, welche man gebraucht, zu prüfen.

Namen der Örter.	Länge.			Breite.			Unterſchied der Uhrzeit von der Zeit zu Berlin.		
	Gr.	M.	S.	Gr.	M.	S.	St.	M.	S.
Alexandrien	47	56	30	31	11	20N.	1	7	36 O.
Amſterdam	22	31	30	52	21	56	0	34	4 W.
Berlin, Sternw.	31	2	30	52	31	30	0	0	0
Bologna, Stw.	29	1	0	44	29	36	0	8	6 W.
* Bombay	90	20	0	18	57	0	3	57	10 O.
Bourdeaux	17	5	15	44	50	18	0	55	49 W.
Bagdad, Stw.	62	2	30	33	19	40	2	4	0 O.
Cadix	11	22	45	36	32	0	1	18	39 W.
* Calcutta	106	8	0	22	33	0	5	0	22 O.
Canton	130	43	15	23	8	0	6	38	43 O.
Cayenne, Inſel	325	25	0	4	56	18	4	22	30 W.
Conſtantinopel	46	36	15	41	1	0	1	2	15 O.
Copenhagen Stw.	30	15	30	55	51	4	0	3	8 W.
Danzig, Sternw.	36	18	0	54	21	9	0	21	2 O.
Dresden	31	21	45	51	2	54	0	1	17 O.
Drontheim	28	2	0	63	26	2N.	0	12	2 W.
Dublin	11	21	45	53	21	11	1	18	43 W.
Genf	23	48	45	46	12	17	0	28	55 W.
Genua	26	15	45	44	25	0	0	19	7 W.
Gotha, Stw. bey	28	23	45	50	56	17	0	10	35 W.
Göttingen, Stw.	27	34	30	51	31	54	0	13	52 W.
Greenwich, Stw.	17	40	0	51	28	40	0	53	30 W.
Greifswald Stw.	31	13	15	54	4	35	0	0	43 O.
Hamburg	27†	46	0	53	36	0	0	13	6 W.
Lima	300	50	30	12	1	15 S.	6	0	48 W.
Liſſabon	8	31	30	38	42	20N.	1	30	4 W.
London, Paulskirche	17	34	15	51	30	49	0	53	53 W.
Madrid	14	10	45	40	25	18	1	7	27 W.

Namen der Örter.	Länge.			Breite.			Unterſchied der Uhrzeit von der Zeit zu Berlin.		
	Gr.	M.	S.	Gr.	M.	S.	St.	M.	S.
Manheim, Stw.	26	7	30	49	29	15 N.	0	19	40 W.
Manilla	138	31	0	14	33	36	7	9	54 O.
Marſeille	23	1	45	43	17	43	0	32	3 W.
Mexiko	277†	34	15	19†	54	0	7	33	53 W.
Moskau	55	26	15	55	45	20	1	37	35 O.
Neapolis	31	54	15	40	50	15	0	3	27 O.
Oxford, Sternw.	16	24	30	51	45	40	0	58	32 W.
Paris, Kön. Stw.	20	0	0	48	50	14	0	44	10 W.
Pekin, Sternw.	134	5	30	39	54	13	6	52	12 O.
Petersburg Stw.	47	59	30	59	56	23	1	7	48 O.
Philadelphia	302	25	45	39	56	55	5	54	27 W.
Pondichery	97	31	30	11	55	42	4	25	56 O.
* Port Jackſon, Neuholland	168	59	30	33	52	30 S.	9	11	48 O.
Portobello	297	50	0	9	33	5 N.	6	12	50 W.
Prag, Sternw.	32	5	0	50	5	47	0	4	10 O.
Quebeck	307	47	0	46	55	0	5	33	2 W.
Quito	299	45	0	0	13	20 S.	6	5	10 W.
Rom (Röm. Collegium)	30	9	30	41	53	54 N.	0	3	32 W.
* San Joſeph auf Kalifornien	267	57	30	23	3	20	8	12	20 W.
Smyrna	44	59	45	38	28	7	0	55	49 O.
Stockholm, Stw.	35	44	15	59	20	31	0	18	47 O.
Tahiti, J. Venusſpitze	227†	6	15	17†	29	13 S.	10	55	45 W.
Teneriffa, J. Pin	1	8	0	28	12	54 N.	1	59	32 W.
Tobolsk	86	5	0	58	12	30	3	40	10 O.
Tornea	41	52	0	65	50	50	0	43	18 O.
Turin	25	20	0	45	4	14	0	22	50 W.
Upſal, Sternw.	35	18	15	59	51	50	0	17	3 O.
Venedig	29	44	30	45†	27	7	0	5	12 W.
* Vorgeb. d. g. H. Capſtadt	36	4	30	33	55	15 S.	0	20	8 O.
Warſchau	38	40	45	52	14	28 N.	0	30	33 O.
Wien, Sternw.	34	2	30	48	12	36	0	12	0 O.
Wilna, Sternw.	42	55	0	54	41	2	0	47	30 O.

93. Die Sonne vollendet ihren täglichen ſcheinbaren Lauf von Morgen gegen Abend um die Erde in 24 Stunden. Man theile den Äquator in 24 gleiche Theile, deren jeder alſo 15 Grade enthält, ſo kömmt die Sonne in einen Meridian, der 15 Grade weſtlicher liegt, als ein anderer, eine Stunde ſpäter als in dieſen; in einen, der 30 Grad weſtlicher liegt, zwey Stunden ſpäter; und ſo überhaupt in Verhältniß des Winkels, welchen der weſtliche Meridian mit dem öſtlichen macht. Alle Örter unter dem weſtlichen Meridiane ſind daher mit ihrer Zeit an der Uhr, die bey dem Durchgange der Sonne durch den Meridian genau 12 zeigt, gegen den öſtlichen ſoviel zurück, als der Winkel beider Meridiane beträgt, wenn man für 15 Gr. eine Stunde rechnet. Daher verlieren Reiſende, welche die Erde von Morgen gegen Abend umfahren, bey ihrer Zurückkunft einen ganzen Tag, und gewinnen eben ſoviel, wenn ſie von Abend gegen Morgen ihren Lauf nehmen. Nun werde eine Himmelserſcheinung, die ſich allen Bewohnern der Erde zu gleicher Zeit zeigt, als der Anfang oder das Ende einer Mondsfinſterniß, der Eintritt eines Mondsfleckens in den Schatten oder ſein Austritt, die Verfinſterung oder Wiedererſcheinung eines Trabanten des Jupiters, an zwey Örtern unter verſchiedenen Meridianen beobachtet. An dem einen werde ſie um 10 Uhr 12 Min. Abends, an dem andern um 1 Uhr 50 Min. des nächſten Morgens wahrgenommen. Der Unterſchied der Zeit iſt 3 St. 38 Min. Daher iſt der Unterſchied der Länge, um welchen der erſtere Ort weſtlicher liegt, 54° 30′. Weiß man nun die Länge des einen Ortes in Abſicht auf den erſten Meridian, ſo weiß man die Länge des andern gleichfalls. Die Jupiterstrabanten ſind wegen ihrer häufigen Verfinſterungen beſonders bequem zu der Erforſchung der Länge. Hat

man

man eine unter allen Umſtänden richtig gehende Uhr, ſtellt ſie an einem Orte nach dem wahren Mittage, und nimmt ſie nach einem andern Orte mit ſich, ſo wird ſie hier die Zeit weiſen, die man an dem erſtern Orte zählt; vergleicht man dieſe mit der wirklichen Zeit nach Mittage, ſo hat man den Unterſchied der Zeiten, und damit den Unterſchied der Länge *).

Man wird nunmehr begreifen, daß ohne Aſtronomie es nicht möglich iſt, auf der Erde die Lage entfernter Örter gegen einander anzugeben.

94. Es ſtelle (Fig. 10.) AB den Bogen eines Meridians der Erde vor, deren Mittelpunct C iſt. Dieſer werde auf das genaueſte gemeſſen. Man beobachte an beiden Endpuncten A, B, die Entfernung eines und deſſelben Sterns vom Zenith im Meridiane, nämlich die Winkel ZAS, YBS. Wegen der großen Entfernung des Sterns ſind AS, BS für parallel zu halten. Der Winkel u, unter welchem BS die Linie AZ ſchneidet, iſt dem Winkel ZAS gleich (Geom. 30.), und $u + ACB = YBS$ (Geom. 34.), alſo iſt $ZAS + ACB = YBS$, und $ACB = YBS - ZAS$, dem Unterſchiede der Entfernungen des Sterns vom Zenith. Nun mache man die Proportion: Wie ACB zu 360 Grad, ſo der Bogen AB zum Umfange der Erde. Dieſer wird dadurch bekannt, und mit ihm der Durchmeſſer der Erde und der Halbmeſſer AC.

95. Freylich iſt dieſe Operation die größte und ſchwerſte in der ganzen praktiſchen Geometrie. Der Bogen AB muß wenigſtens einen Grad groß ſeyn, weil ſonſt der etwanige Fehler auf den ganzen Umfang zu ſehr anwächſt. Ein Grad hält 15 deutſche Meilen. Eine ſolche große Entfernung läßt ſich nicht unmittel-

*) Tragbare Uhren, deren Gang ungemein genau iſt, werden jetzt vorzüglich in England gemacht.

telbar meſſen. Man muß mehrere Standpuncte långs und neben der Mittagslinie nehmen, ihre Lage gegen einander und gegen die Mittagslinie genau beſtimmen, indem man die Dreyecke zwiſchen ihnen mißt und an einander hångt, um daraus den Abſtand der Parallelkreiſe durch die beiden åußerſten Örter zu finden. Die erſte genaue Meſſung dieſer Art iſt die, welche Picard im Jahr 1669 vornahm. Er maß bey Paris eine Grundlinie von 5663 Toiſen oder Klaftern zu 6 Fuß, hångte immer ein Dreyeck an das andere bis nach Amiens, und fand durch trigonometriſche Berechnung dieſer Dreyecke den Abſtand der Parallelkreiſe des nördlichſten und ſüdlichſten Standortes 78850 Toiſen. Der Unterſchied der Breite ward durch aſtronomiſche Beobachtungen $1^{\circ} 22' 55''$ groß gefunden. Demnach machen 57057 Toiſen hier einen Grad aus. Man hat in gegenwårtigem Jahrhunderte dieſe Meſſungen wiederholt, und die Långe eines Grades 57069 Toiſen gefunden. Picard ſelbſt findet nach einer andern Vergleichung 57064 Toiſen, und nimmt 57060 T. als das Mittel an. Um noch größere Bogen zu erhalten, verlångerte Caſſini gleich mit Anfange dieſes Jahrhunderts den Meridian von der Pariſer Sternwarte bis an die pyrenåiſchen Gebirge, und beſtimmte ſeine Långe durch trigonometriſche Meſſungen. Er fand die Entfernung von der Sternwarte bis an den Parallelkreis von Collioure an der ſpaniſchen Grånze, 360648 Toiſen, und nach der Reduction auf die Meeresflåche 360614 T. Weil der Unterſchied der Breite $6^{\circ} 18' 57''$ betrågt, ſo folgt die Långe eines Grades 57097 Toiſen, 37 mehr als nach Picard. In dem Jahr 1718 wurde eben der Meridian bis nach Dünkirchen verlångert, und man fand die Entfernung der beiden Standörter zu Paris und Dünkirchen 125454 T. den Unterſchied

der

der Breite 2° 12′ 9″ ½, alſo die Größe eines Grades 56960 T. das iſt 100 Toiſen weniger als nach Picard. Die Größe eines Grades aus der Entfernung der Parallelen von Collioure und Dünkirchen iſt 57060 Toiſen.

96. Es ſchien alſo, die Erde ſey keine vollkommene Kugel, ſondern werde nach den Polen hin krümmer, weil die Grade nach Norden hin kleiner werden. Ein kleinerer Zirkel hat eine größere Krümmung, ein größerer eine kleinere. Allein phyſikaliſche Gründe machten es gewiß, daß die Erde nach dem Äquator höher und krümmer, nach den Polen niedriger und flächer seyn müſſe. Es wurde alſo eine doppelte Reiſe zur Meſſung der Meridiangrade veranſtaltet, eine nach dem Nordpole hin, die andere nach Peru. Dorthin begab ſich Maupertuis mit ſeiner gelehrten Geſellſchaft, hierhin Bouguer, Condamine, die beiden Ulloa, zwey ſpaniſche Officiere, und mehrere. Mit wie vielen Mühſeligkeiten dieſe Reiſe verknüpft geweſen, läßt ſich in der Kürze gar nicht beſchreiben *). Maupertuis fand im Jahr 1736 in einer Breite von 66 Grad die Größe eines Grades 57438 Toiſen, wovon aber wegen der Strahlenbrechung 16 abzuziehen ſind, ſo daß der nordiſche Grad 57422 Toiſen iſt, 362 T. größer als der mittlere franzöſiſche Grad. Die andere Geſellſchaft ſtellte ihre Meſſungen in dem hohen Thale der Cordilleras bey Quito an, und vollendete ihre noch weit ſchwerere Arbeit erſt im Jahr 1741, ob ſie gleich ſchon 1735 abgereiſet war. Sie hatten einen Bogen von mehr als 3 Grad zwiſchen hohen Bergen gemeſſen. Nach Bouguers Angabe iſt der erſte Grad der Breite

56753

*) Man ſehe den Auszug aus des Ulloa Reiſebeſchreibung in dem IX. Bande der allgemeinen Hiſtorie der Reiſen nach.

56753 Toiſen, alſo 307 T. kleiner als der mittlere franzöſiſche.

97. Die große Frage war nun entſchieden. Die Erde wird nach den Polen hin flächer, nach dem Äquator hin krümmer. Sie iſt ein um die Pole **gedrucktes Sphäroid**. Beſtände die Erde ganz aus Waſſer, ſo würde ſie durch die Umdrehung um ihre Axe die Geſtalt eines *elliptiſchen Sphäroids* annehmen, das iſt, eines ſolchen, das durch die Umdrehung einer Ellipſe (Geom. 280.) um ihre kleine Axe entſteht. Ohne die Umdrehung würde ſie die Geſtalt einer Kugel haben. Die elliptiſche Form bleibt auch, unter gewiſſen Bedingungen, bey einem feſten Körper, der ganz oder zum Theil mit Waſſer bedeckt iſt. Nun beſtimmen zwey gemeſſene Grade auf einem elliptiſchen Sphäroid die Ellipſe, nach welcher die Meridiane gekrümmt ſind. Allein die in Frankreich, Peru und Lappland angeſtellten Meſſungen geben ziemlich verſchiedene Verhältniſſe der großen und kleinen Axe, die in Frankreich und in Peru, wie 311:310; die in Frankreich und Lappland, wie 129:128; die in Peru und Lappland, wie 215:214. Auch die außer dieſen Meſſungen ſonſt noch in Europa, in Penſylvanien und am Vorgebirge der guten Hoffnung angeſtellten ergeben, daß die Meridiane, wenigſtens auf dem feſten Lande, keine Ellipſen ſind. Darum ſuchte Bouguer eine Formel für eine krumme Linie, in welche ſich die drey Grade in Peru, Frankreich und Lappland fügen. In dieſer iſt

der Durchmeſſer des Äquators	6562026	Toiſen
die Axe ſ ſ ſ	6525377	—
Unterſchied ſ ſ ſ	36649	—

Rechnen wir 3800 T. auf eine deutſche Meile, ſo beträgt der Unterſchied über $9\frac{1}{2}$ Meilen. Ich bin durch dieſe Berechnung veranlaßt worden, das Geſetz für eine

eine krumme Linie zu finden, in welche ſich ſieben gemeſſene Grade mit einem ſehr geringen Fehler, nicht über 26 Toiſen, fügen. In dieſer iſt

der Durchmeſſer des Äquators	6559981	Toiſen
die Axe der Erde ⸗ ⸗	6524894	—
Unterſchied ⸗ ⸗ ⸗	35087	—

Das Verhältniß des Äquatoreal⸗ und Polar⸗Durchmeſſers iſt hier nahe 187:186; in der von Bouguer gefundenen krummen Linie iſt es 179:178.

98. Der Umfang eines Meridians iſt in der von mir berechneten Linie 20556000 Toiſen; der Umfang des Äquators 20608788 T., das Mittel beider 20582394 T. Der Durchmeſſer eines Kreiſes, deſſen Umfang ſo groß als dieſes Mittel iſt, beträgt 6551580 T. Man nehme die Erde für eine Kugel, deren Durchmeſſer dieſe Größe hat, und deren Umfang jenes Mittel iſt. Nach rheinländiſchem Maaße (30 rheinl. Fuß für 29 Pariſer gerechnet) hält der Durchmeſſer 6777496 Klafter, der Umfang 21292132 Klafter.

Das Mittel der beiden gefundenen Durchmeſſer iſt etwas kleiner als der ſo eben beſtimmte, nämlich 6542437 Toiſen.

99. Man pflegt einem Grade des Äquators 15 deutſche oder geographiſche Meilen zu geben, deren alſo der Umfang 5400 und der Durchmeſſer 1719 beynahe enthält. Eine ſolche Meile iſt daher auf der hier angenommenen Kugel 23658 rheinl. Fuß groß. Die Oberfläche der Erde enthält 9281916 geographiſche Quadratmeilen. Der körperliche Inhalt der Erde beträgt etwas über 2659 Millionen Cubikmeilen.

100. Bey aſtronomiſchen Vergleichungen iſt es bequemer, dem Halbmeſſer der Erde, welcher unſere

Meßruthe am Himmel ſeyn wird, 1000 gleiche Theile zu geben, deren jeder 20332 rheinl. Fuß oder 19655 pariſer Fuß enthält. Ich will dieſen Theil eine **aſtronomiſche Meile** nennen. Eine geographiſche Meile verhält ſich zu einer aſtronomiſchen nahe wie 57 zu 49.

II. Parallaxe und Refraction.

101. Ein Himmelskörper, der eine mit dem Halbmeſſer der Erde vergleichbare Entfernung von uns hat, erſcheint einem Beobachter auf der Oberfläche der Erde nicht an demſelben Orte am Himmel, wo er ihn erblicken würde, wenn er in dem Mittelpuncte der Erde stünde. Es ſey nämlich (Fig. 11.) C der Mittelpunct der Erde, A der Ort eines Beobachters, Z deſſen Zenith, L der Ort des Mondes oder eines Planeten. Der Winkel ZAL iſt für A die Entfernung dieſes Weltkörpers vom Zenith, die für einen Beobachter im Mittelpuncte der Erde ZCL ſeyn würde. Beider Unterſchied iſt der Winkel ALC, welcher die **Parallaxe** heißt. Um ſoviel ſcheint L dem Beobachter in A niedriger als in C. Am Horizonte iſt die Parallaxe am größten, und heißt daſelbſt die **Horizontalparallaxe**. Es ſey AM eine horizontale Linie für A, der Weltkörper in M, ſo iſt der Winkel AMC in dem rechtwinklichten Dreyecke CAM größer als jeder anderer parallaktiſche Winkel. Weiß man dieſen Winkel, ſo kann man daraus ſehr leicht die Entfernung des Weltkörpers CM vermittelſt des Halbmeſſers AC berechnen (Geom. 230.). Oder weiß man CM, ſo ergiebt ſich dadurch der Winkel M. Die andern parallaktiſchen Winkel, wie L, werden aus der Horizontalparallaxe nach einer einfachen trigonometriſchen Regel beſtimmt.

Die

Die Horizontalparallaxe iſt auch die Hälfte des Winkels, unter welchem der Durchmeſſer der Erde von dem Weltkörper aus geſehen wird.

102. Das begreiflichſte Mittel, die Parallaxe zu erfahren, iſt folgendes. Unter demſelben Meridiane beobachten an zwey möglichſt entfernten Örtern A, B, (Fig. 12.) zwey Beobachter den Planeten P zu gleicher Zeit. In A ſehe man ihn unter dem Winkel PAZ, in B unter dem PBY vom Zenith entfernt. Der Winkel ACB am Mittelpuncte iſt die Summe der geographiſchen Breiten beider Örter A und B, wenn ſie auf verſchiedenen Seiten des Äquators liegen, wie es am vortheilhafteſten iſt. Aus den Halbmeſſern AC, BC, und den drey Winkeln bey A, C, B, läßt ſich die Figur ACBP zeichnen, und alſo PC mit AC vergleichen. Was ſich zeichnen läßt, läßt ſich noch genauer berechnen *). Sollten die beiden Örter nicht genau unter demſelben Meridiane liegen, und die Beobachtungen nicht genau zu derſelben Zeit geſchehen, ſo muß man den Lauf des Planeten ſo weit kennen, daß man die Beobachtungen gehörig reduciren kann.

103. Auf dieſe Art haben de la Caille und de la Lande, jener am Vorgebirge der guten Hoffnung, dieſer zu Berlin, nebſt andern Aſtronomen in

 Euro-

*) In dem Dreyecke ACB, wo AB die geradlinichte Entfernung der beiden Oerter iſt, laſſen ſich aus AC, BC und dem Winkel ACB die Winkel CAB und CBA nebſt AB berechnen (Geom. 234.). Zieht man CAB und PAZ von zwey Rechten ab, ſo bleibt der Winkel PAB übrig. Eben ſo wird auf der andern Seite der Winkel PBA gefunden. In dem Dreyecke APB wird aus AB und den beiden anliegenden Winkeln jeder der Schenkel AP, BP berechnet (Geom. 231.), und endlich in dem Dreyecke CAP aus AC, AP und dem Winkel CAP die Seite CP. Eben dieſe findet man aus der Berechnung des Dreyecks CBP.

Europa, Beobachtungen über den Mond angeſtellt, um die Entfernung dieſes Weltkörpers zu erfahren, und das Geſetz, nach welchem ſie ſich ändert, zu beſtimmen. Die Entfernung des Mondes iſt ſehr veränderlich, zwiſchen 63,725 und 55,839 Halbmeſſern des Äquators der Erde. Rechnet man $3811\frac{1}{2}$ Toiſen auf eine geographiſche Meile, ſo fällt die Entfernung zwiſchen 54838 und 48052 Meilen, ſo daß die mittlere 51445 Meilen beträgt. Die größte Horizontalparallaxe des Mondes für einen Ort unter dem Äquator iſt 61′ 34″, die kleinſte 53′ 57″. Dieſes ſind die Gränzen des Winkels, unter welchem der Halbmeſſer des Äquators vom Monde aus geſehen wird.

104. Aus der Entfernung, es ſey der größten oder kleinſten, oder ſonſt einer bekannten, und dem Winkel, unter welchem der Halbmeſſer des Mondes erſcheint, wird deſſen wahre Größe bekannt (Geom. 230.). Der größte ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes, in der kleinſten Entfernung, iſt 33′ 31″; der kleinſte, in der größten Entfernung, iſt 29′ 22″ (51.). Aus beiden folgt, mit einer geringen Abweichung, der Halbmeſſer des Mondes, $\frac{2722}{10000}$ des Halbmeſſers des Äquators der Erde, oder er hält $234\frac{1}{4}$ geogr. Meilen. Der mittlere Durchmeſſer der Erde hält nahe 1719 Meilen, alſo verhält ſich dieſer zu dem Durchmeſſer des Mondes nahe wie 11 : 3. Die Oberfläche des Mondes, als einer Kugel angenommen, iſt $13\frac{1}{2}$ mahl kleiner, als die der Erde, und der körperliche Inhalt $49\frac{1}{5}$ mahl kleiner. (Geom. 219. 220.)

105. Auf eben die Art ſind am Vorgebirge der guten Hoffnung und in Stockholm Entfernungen des Mars vom Zenith zu gleicher Zeit beobachtet worden.

Dieſe

Dieſe gaben für die Horizontalparallaxe dieſes Planeten nur 23″ $\frac{6}{10}$, alſo deſſen Entfernung, zu damahliger Zeit, 8740 Halbmeſſer der Erde. Bey dem Jupiter und Saturn und der Sonne iſt dieſe Methode nicht anwendbar, weil die parallaktiſchen Winkel ſo klein ausfallen, daß ſie ſich nicht mehr meſſen laſſen. Dieſe Weltkörper müſſen alſo ſehr weit von uns ſeyn.

106. Eine andere Urſache, welche die Himmelskörper von ihrem wahren Orte verrückt, iſt die **Refraction** oder **Strahlenbrechung**. Die Strahlen, welche aus dem Himmelsraume auf die Atmoſphäre ſchief einfallen, werden nach dem Perpendikel hingebrochen, oben in der dünnern Luft wenig, unten in der dickern Luft mehr. Wir urtheilen von dem Orte eines Gegenſtandes nach der Richtung, in welcher wir die Strahlen von ihm empfangen; alſo werden wir einen Stern nicht da ſehen, wo er wirklich ſteht, ſondern etwas höher. Es ſey (Fig. 13.) BAC ein Stück von der Oberfläche der Erde; DEF ein Theil der Atmoſphäre, die hier aber um der Deutlichkeit willen zu hoch gezeichnet iſt. Der Strahl SG, welcher bey G in dieſelbe geht, wird durch die beſtändige Brechung, indem er aus einer dünnern Luftſchicht in eine dichtere geht, nach einer krummen Linie GA gebogen, und ein Beobachter in A ſieht den Stern nach der Richtung der krummen Linie in A, nämlich nach AH, und ſetzt ihn irgendwo in die Linie AH, ſtatt daß er ihn in AS, die parallele mit sG, ſetzen ſollte. Je niedriger der Stern ſteht, deſto ſtärker iſt die Erhöhung ſeines Ortes, aber nie ſo ſtark, als ſie hier gezeichnet iſt. Am Horizonte iſt ſie am ſtärkſten, weil der Einfallswinkel da am größten iſt. Ein Geſtirn kann unter dem Horizonte ſeyn, und noch ſichtbar werden, wenn nämlich der Strahl IK von demſelben ſo nach KA gekrümmt

wird, daß er das Auge in A trifft, welches nun den Stern nach AL am Horizonte oder noch darüber erblickt, da er noch um den Winkel LAM unter demſelben ſich befindet. Dadurch werden die Tage verlängert, und die lange Nacht der Polarländer wird merklich verkürzt. So ſahen einige Niederländer, die 1597 auf Novazembla überwinterten, zu ihrer großen Freude die Sonne viel eher wieder, als ſie ſie erwarteten. In Tornea am bothniſchen Meerbuſen, das noch um einen Bogen von 41 Min. vom Polarkreiſe entfernt liegt, ſieht man in den längſten Tagen die Sonne gar nicht untergehen, ob ſie gleich wirklich unter dem Horizonte iſt, eine Erſcheinung, die Carl XI. von Schweden mit großem Vergnügen wahrgenommen hat.

107. Die Strahlenbrechung läßt ſich auf folgende Art beſtimmen. Es ſey (Fig. 2.) Z das Zenith des Beobachters, P der Pol, Pn die Polhöhe ſeines Orts, S ein Stern, deſſen Höhe SA oder Entfernung vom Zenith ZS er zu einer gewiſſen Zeit beobachtet. Er beobachte auch die Zeit des Durchganges dieſes Sterns durch den Meridian (14). Die Zeit von jener Beobachtung zu dieſer giebt den Winkel ZPS in dem ſphäriſchen Dreyecke ZPS, wenn man die Proportion macht, wie die Zeit von einem Durchgange durch den Meridian zu dem nächſten ſich verhält zu der Zeit von der Beobachtung der Höhe des Sterns bis zu ſeinem Durchgange durch den Meridian, ſo verhalten ſich 360 Grade zu dem Winkel ZPS. Aus dieſem Winkel, und ZP (dem Complement der Polhöhe) und PS (dem Complement der Declination) läßt ſich ZS berechnen. Die Polhöhe und Declination mögen hier noch die ohne die Verbeſſerung der Strahlenbrechung, nach (9 und 10) beſtimmten ſeyn. Vergleicht man nun die berechnete

rechnete Entfernung ZS mit der beobachteten, ſo giebt der Unterſchied die Strahlenbrechung für dieſe Entfernung beynahe zu erkennen. Hat man die Höhe SA ſo ausgeſucht, daß ſie mit der niedrigſten des Sterns, den man zur Beobachtung der Polhöhe nach (9) genommen hat, übereinkömmt, ſo kann man nun auch die Polhöhe verbeſſern, daher auch die Abweichung des Sterns. Mit dieſen verbeſſerten Größen berechne man ZS aufs neue, ſo wird die Strahlenbrechung für die Entfernung ZS noch genauer bekannt. Die kleinen Strahlenbrechungen zu erforſchen, gehört für die feinere Aſtronomie. Die Erhöhung eines Sterns durch die Brechung am Horizonte, d. i. der Winkel LAM der mit IK parallelen AM und der horizontalen AL (Fig. 13.), beträgt 32′ 54″, etwas mehr als der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes oder der Sonne; in der Höhe von 45° nur 57″. Nach der Dichtigkeit und Wärme der Luft iſt ſie ein wenig veränderlich.

108. Wenn die Sonne ſich ſchon unſern Augen entzogen hat, ſo werden doch ihre Strahlen eine Zeitlang noch von den obern Theilen der Atmoſphäre zurückgeworfen, woraus die Abend-Dämmerung entſteht, ſo wie aus einer ähnlichen Urſache die Dämmerung vor Aufgang der Sonne. Die Dämmerung, bey einerley Stande der Sonne, wird nach den Polen hin immer länger. Die langen Nächte der Nordländer werden dadurch beträchtlich verkürzt. In unſern Gegenden iſt um den längſten Tag herum die Luft 10 Wochen lang die ganze Nacht hindurch von den Sonnenſtrahlen mehr oder weniger erhellet. Für Berlin iſt den 1. März und 11. Octob. die Dämmerung am kürzeſten, und dauert nur 1 St. 58′, nach welcher Zeit alle Strahlen aus der Luft verſchwunden ſind.

109. Ohne die Atmoſphäre würde es allenthalben, wo die Sonne nicht unmittelbar hin ſcheinen könnte, ſtockfinſter ſeyn. In einem gegen Norden belegenen Zimmer würde man zu Mittage Licht anzünden müſſen, wenn man nicht die Sonnenſtrahlen durch Spiegel und ähnliche Mittel hineinleiten könnte. Jetzt werden die Strahlen auf mannigfaltige Arten zurückgeworfen, daß ſie allenthalben hingelangen. Ohne die Luft würden wir die Sterne auch bey Tage, und zwar auf dem ſchwärzeſten Himmelsgrunde ſehen. Jetzt macht das mannigfaltig zurückgeworfene Sonnenlicht den Eindruck des Sternenlichts unmerklich. Ohne unſere Luft würde der Übergang von der ſchwärzeſten Finſterniß zum vollen Lichte, oder von dieſem zu jener faſt plötzlich ſeyn, und unſern Augen ſehr beſchwerlich fallen. Ohne ſie würde der Himmel weder die angenehme blaue Farbe, noch den bunten Schmuck der Wolken haben.

III. Die Erde dreht ſich um ihre Axe.

110. Da die Sterne ſo weit von uns entfernt ſind, daß eine Länge von einigen tauſend Meilen für nichts dagegen zu rechnen iſt, ſo wird es ſchon unwahrſcheinlich, daß ſie einen ſo ungeheuern Weg alle 24 Stunden um unſere Erde beſchreiben ſollten. Kein Körper kann, ohne eine äußere wirkende Urſache, die Richtung ſeiner Bewegung ändern (Naturl. 10.); wie ſollte aber die Erde jeden Stern in ſeinem Parallelkreiſe zu laufen nöthigen können? Der Glanz der Sterne bey ihrer großen Entfernung beweiſet, daß ſie ſehr anſehnliche Körper, ohne Zweifel weit größer als unſere Erde ſeyn müſſen, welche man alſo wol nicht um unſere kleine Erde zuſammen wird laufen laſſen wollen. Die Planeten beſchreiben, auch ohne die tägliche Be-

wegung, ſo ſonderbare Laufbahnen, die ſich aus keiner Mechanik erklären laſſen, wie viel unbegreiflicher wird nicht ihr Lauf, wenn damit die tägliche Bewegung um die Erde verknüpft wird. Es wird alſo viel natürlicher ſeyn, die Erde ſich um ihre Axe von Abend gegen Morgen in der Zeit eines Sterntages (23.) einmahl drehen zu laſſen, ſo erfolgen alle Erſcheinungen eben ſo, als wenn ſich die Himmelskörper alle in 24 St. von Morgen gegen Abend herumdreheten. Die Axe der Erde, wenn ſie unbeſtimmt verlängert wird, trifft auf die beiden unbeweglich ſcheinenden Pole der Himmelskugel. An einigen Planeten haben wir eine drehende Bewegung um ihre Axe wahrgenommen. Gehört unſere Erde, wie ſich bald zeigen wird, mit unter die Planeten, ſo kann an dem täglichen Umſchwunge derſelben vollends kein Zweifel ſeyn. Man wird hoffentlich nicht fragen, wie es möglich ſey, daß wir dieſen ſchnellen Umſchwung nicht merken. Wie wenig ſpürt man in einem ſanft hingleitenden Schiffe die fortrückende Bewegung! Der Umſchwung der Erde iſt vollkommen gleichförmig, daher gar nicht zu empfinden. Ehedem hat man wol den Einwurf gemacht, daß eine ſenkrecht in die Höhe geſchoſſene Kanonenkugel weit weſtwärts niederfallen müßte, wenn die Erde von Weſten nach Oſten ſich drehete. Aber die Kanonenkugel hat in der Mündung ſchon die Bewegung von Abend gegen Morgen mit der Kanone gemeinſchaftlich, und behält ſie während des Steigens und Fallens *).

111. Wir haben aber einen ſehr einleuchtenden Beweis aus der Erfahrung ſelbſt für die Umdrehung der Erde. Ein franzöſiſcher Aſtronom, Richer, der im Jahr 1671 nach der Inſel Cayenne im ſüdlichen Amerika, nahe beym Äquator, geſchickt ward, fand,

*) Vergl. Naturl. 10.

daß ſeine von Paris mitgenommene ſehr gute Uhr daſelbſt alle Tage um 2 Min. 28″ zurückblieb, und daß ein einfaches Pendel (Naturl. 69.), welches in Cayenne Secunden ſchlägt, $1\frac{1}{4}$ Lin. kürzer iſt als das Secundenpendel zu Paris. Bouguer hat nach ihm ſehr genaue Beobachtungen hierüber angeſtellt, welche die Länge des Secundenpendels unter dem Äquator an der Meeresfläche 36 Zoll 7,21 Lin. geben. In Paris iſt ſie 36 Zoll 8,58 Lin., und würde im luftleeren Raume 36 Z. 8,67 Lin. ſeyn. Zu Pello in Lappland iſt ſie 36 Z. 9″,17. Die Kraft der Schwere iſt alſo unter dem Äquator geringer als in unſern Gegenden, weil dort das Gewicht des Pendels nicht ſo geſchwinde fällt, als bey uns, ſo daß es verkürzt werden muß, um geſchwinder zu fallen.

112. Die Erklärung dieſer Erſcheinung muß ſo beſchaffen ſeyn, daß ſie eine nothwendige Folge der angenommenen Urſache iſt. Bewegt ſich die Erde um ihre Axe, ſo entſteht dadurch in allen Körpern ein Schwung, der ſie von dem Mittelpunct der Erde zu entfernen ſtrebt, folglich ihre Schwere vermindert. Unter dem Äquator iſt der täglich beſchriebene Kreis viel größer als der von Paris beſchriebene Parallelkreis; es iſt dort alſo die Schwungkraft größer, und die Schwere wird mehr vermindert. Dazu kömmt, daß unter dem Äquator die Schwungkraft der Schwere gerade entgegen wirkt, in unſern Gegenden ſchief dagegen, und näher nach den Polen hin noch ſchiefer, woraus nothwendig folgt, daß die Schwere auch darum weniger bey uns vermindert werden müſſe, als unter dem Äquator. Die Längen gleichzeitiger einfacher Pendel ſind ein bequemer Maaßſtab für die Schwerkraft, weil ſie ſich wie die Fallhöhen in einer Secunde oder einer andern beſtimmten Zeit verhalten. Sie nehmen von dem Äquator

nach

nach den Polen hin ziemlich nahe ſo zu, wie es die Theorie angiebt. Die Abweichungen ſind begreiflich, weil die Erde weder ein gleichförmig dichter Körper ſeyn, noch eine geometriſch regelmäßige Figur haben wird.

113. Newton unternahm es ſchon, aus mechaniſchen Gründen das Verhältniß des Äquatoreal- und Polar-Durchmeſſers zu berechnen. Er leitet es aus dem durch die Caſſiniſchen Meſſungen in Frankreich beſtimmten Halbmeſſer der Erde, der Umdrehungszeit (23 T. 56′ 4″. §. 12.) und der Pendellänge oder der Fallhöhe zu Paris her. Seine Methode iſt noch nicht mathematiſch vollkommen; er führt in Gedanken einen Kanal von dem einen Pole nach dem Mittelpuncte, und von dieſem aufwärts zu dem Umfange des Äquators, füllt denſelben mit Waſſer, und berechnet das Verhältniß der Schenkel, damit das Waſſer ſich das Gleichgewicht halte. Dieſes Verhältniß findet er 229:230, beynahe daſſelbe mit demjenigen, welches neuere Mathematiker durch eine genaue Berechnungsart gefunden haben, nämlich 230:231 oder auch 2307:2317. Ich ſelbſt finde das Verhältniß 2301:2311 nächſtens. Die Erde wird hiebey als ein gleichartiges elliptiſches Sphäroid angeſehen.

Man muß ſich nicht wundern, daß die Mathematiker dergleichen Meſſungen in ihrem Cabinette vornehmen. Es giebt einen gewiſſen, wiewohl ziemlich verwickelten Zuſammenhang der Größe, zwiſchen dem größten und kleinſten Durchmeſſer der Erde, der Umdrehungszeit und der Fallhöhe unter dem Äquator, oder auch derjenigen an einem andern Orte und der Größe des Meridian-Grades an demſelben, ſo daß aus den meßbaren Größen das Verhältniß der nicht meßbaren geſchloſſen werden kann. Das Verhältniß 230:231 ſtimmt freylich nicht mit demjenigen überein,

ein, welches in (97.) aus den Gradmeſſungen gefolgert iſt. Auch finde ich aus der Vergleichung der Pendellängen unter dem Äquator, und in Paris das Verhältniß des Äquatoreal- und Polar-Durchmeſſers wie 171 : 170, und aus den Pendellängen unter dem Äquator und zu Pello in Lappland, wie 1804:1794, ziemlich ſo wie nach der Rechnung in (97.). Weil wir die Beſchaffenheit des Innern der Erde nicht kennen, ſo bleibt eine kleine Ungewißheit in der Beſtimmung der Geſtalt der Erde. Erfahrung und Theorie ſtimmen aber genug überein, um verſichert ſeyn zu können, daß die Erde ſich wirklich um ihre Axe dreht. Das feſte Land, auf welchem unſere Meſſungen angeſtellt ſind, hat nicht die Geſtalt eines Waſſerkörpers. Es hat ſeine Bildung durch große Naturwirkungen, ohnezweifel zu gewiſſen Abſichten, zum Beſten der organiſirten Weſen, erhalten. Die feſte Maſſe unſers Erdkörpers zwiſchen den Wendekreiſen iſt zum Theil auch höher als der übrige Theil, damit hier nicht alles von dem Waſſer, das ſich wegen des Umſchwunges nach dem Äquator hindrängt, überſchwemmt ſeyn möchte.

114. Am Jupiter ſehen wir die Wirkung des Umſchwunges um ſeine Axe ſehr deutlich. Er iſt faſt 11mahl größer im Durchmeſſer als unſere Erde, und dreht ſich in 9 St. 56 M. einmahl um ſeine Axe (70.). Daher iſt die Verminderung der Schwere auf dem Äquator dieſes Planeten viel ſtärker als bey uns, und verurſacht eine viel größere Abplattung. Newton berechnete das Verhältniß des größten und kleinſten Durchmeſſers, wie 31 : 28. Die neueſten Beobachtungen geben den Unterſchied beider Durchmeſſer kleiner (70.). Clairaut findet aus der Theorie das Verhältniß derſelben nahe wie 10 : 9. Ich erhalte bey dem Verhältniſſe 14 : 13 die Umlaufszeit 11 St. 36′.

Ju-

Jupiter ſcheint um den Äquator herum dichter zu ſeyn, als nach den Polen.

115. Mars iſt beträchtlich abgeplattet (72.), obgleich die Verminderung der Schwere auf ſeinem Äquator geringer iſt als bey uns, da er faſt nur halb ſo groß im Durchmeſſer iſt als die Erde, und ſeine Umdrehungszeit noch etwas mehr als 24 Stunden beträgt. Die Schwere muß auf demſelben alſo viel geringer ſeyn als bey uns, da eine kleinere Verminderung eine viel größere Ungleichheit der Durchmeſſer hervorbringt.

IV. Wahre Bewegungen der Himmelskörper.

116. Den in (60.) beſchriebenen Lauf der obern Planeten einigermaßen zu erklären, mußte man in der alten Aſtronomie annehmen, daß ſie nicht unmittelbar um die Erde ihre Bahnen beſchrieben, ſondern ſich auf beſondern Kreiſen (Epicyklen) bewegten, deren Mittelpuncte auf excentriſchen Kreiſen um die Erde herumgetragen würden. Dabey mußte man die ſehr willkührliche Hypotheſe machen, daß ſie in der Oppoſition mit der Sonne allemahl gerade in dem unterſten uns nächſten Puncte ihres Epicyklus wären, in der Conjunction aber in dem oberſten von uns entlegenſten. Die untern Planeten, Venus und Merkur, mußte man entweder auch ſolche Epicyklen beſchreiben, oder ſie als Trabanten der Sonne mit dieſer um die Erde laufen laſſen. Dieſes iſt die ptolemäiſche Weltordnung, welche man nur erklären darf, um ihre Ungereimtheit zu zeigen. Mit den mechaniſchen Geſetzen verträgt ſie ſich gar nicht. Sie hat ſoviel willkührliches und unerklärbares, daß ſie auch darum ſchon zu ver-

verwerfen iſt. Eine Hypotheſe taugt ſicher nichts, wenn man willkührliche Nothſätze hineinbringen muß. Das ptolemäiſche Syſtem iſt inzwiſchen 1400 Jahr lang (ich rechne nur von Ptolemäus bis zum Copernicus) allgemein anerkannt worden.

117. Weil zwey Planeten offenbar um die Sonne laufen, ſo könnte man die andern drey auch als Trabanten der Sonne zugeben, und ſie mit dieſer um die Erde herumlaufen laſſen. So wird es in der tychoniſchen Weltordnung angenommen, die aber allen Grundſätzen der Mechanik widerſpricht, wie man aus dem dritten Theile der Aſtronomie mehr einſehen wird. Sie iſt auch ſehr unnatürlich. Zwey Planeten, die der Sonne näher ſind als die Erde, und vier, die weiter von ihr ſind, ſollen um die Sonne herumlaufen, und wir wollten unſere Erde ausſchließen, ſie, die eine dunkle Kugel iſt, wie die andern Planeten, wie dieſe Licht und Wärme von der Sonne empfängt, und in mehrern Stücken ihnen ähnlich iſt. Saturn und Jupiter ſind gewiß größer als unſere Erde, wie man aus der Vergleichung der Winkel, unter welchen ihre Durchmeſſer erſcheinen, mit ihrer auch nur muthmaßlich anzunehmenden Entfernung (vergl. 106.) wiſſen kann. Die Sonne aber muß unſere Erde an Größe gewaltig übertreffen, da ſie ohngeachtet ihrer ſo großen Entfernung dennoch unter einem Winkel von etwa 32′ erſcheint. Sie iſt die Beherrſcherinn unſers Planetenſyſtems.

118. Die wahre Weltordnung, in welcher die Erde mit dem Monde und die übrigen Planeten mit ihren Trabanten um die Sonne ihre Laufbahnen beſchreiben, heißt die Copernicaniſche, weil Copernicus um die Mitte des ſechzehnten Jahrhunderts die Dreiſtigkeit hatte, ſie an die Stelle eines ungereim-

reimten Syſtems zu ſetzen. Einige alte Philoſophen, beſonders aus der pythagoräiſchen Schule, hatten ſie lange vorher ſchon behauptet. Sie war aber von der ptolemäiſchen ganz unterdrückt worden. Wir wollen nun ſehen, wie die oben angeführten Erſcheinungen nothwendige Folgen dieſes Syſtems ſind.

119. Die Erde beſchreibe alſo ihren Kreis (ich nehme Kreis allgemein für Laufbahn) um die Sonne von Abend gegen Morgen, ſo wird die Sonne eben ſoviel von Abend gegen Morgen unter den Sternen fortzurücken ſcheinen. Wenn wir die Sonne z. B. im 10ten Grade des Löwen ſehen, ſo wird ein Beobachter auf der Sonne unſere Erde im 10ten Gr. des Waſſermanns erblicken, und die Bahn der Erde wird von der Sonne aus geſehen genau dieſelbe mit der ſcheinbaren Bahn der Sonne oder der Ekliptik ſeyn. Die Axe der Erde bleibt bey der Bewegung derſelben ſich parallel, wie die Axe eines Kreiſels, den man auf einer Tafel herumträgt. Sie iſt unter einem Winkel von 66° 32′ gegen die Ebene der Laufbahn der Erde geneigt. Die Durchſchnittslinie des Erdäquators mit der Fläche der Ekliptik geht verlängert nach den Puncten des Himmels, welche oben die Äquinoctialpuncte genannt ſind, und eine Linie, die wir von einem Puncte auf der Oberfläche der Erde mit dieſem Durchſchnitte parallel ziehen, iſt mit ihr, wegen der großen Entfernung der Sterne, für einerley zu halten. Die fortgeführte Ebene des Erdäquators ſchneidet die ſcheinbare Himmelskugel in demjenigen Kreiſe, den wir zuerſt den Äquator genannt haben. Bekömmt die Erde durch eine äußere Urſache (der Mond iſt eine ſolche) eine ſchwankende Bewegung, ſo werden die Erdaxe und der Durchſchnitt des Äquators mit der Ebene der Ekliptik ihre Lage ändern; die Länge, Declination und

Rect=

Rectaſcenſion der Geſtirne werden ſich auch ändern, wie es oben (29.) bemerkt iſt; aber die Breite bleibt unverändert, weil die Schwankung der Erde um ihren Schwerpunct geſchehen kann, ohne daß dieſer dadurch in ſeiner Bewegung geſtört, und aus ſeiner Bahn gehoben wird. So wird die ſonſt unerklärbare Erſcheinung des Fortrückens der Nachtgleichen und der abwechſelnd zu- und abnehmenden Schiefe der Ekliptik begreiflich.

120. Es ſey ferner (Fig. 14.) S die Sonne, in einer ſehr weiten Entfernung, A der Mittelpunct der Erde, Pp ihre Axe, P der Nordpol, p der Südpol, DC der Äquator, PAS der Winkel der Erdaxe mit der Ekliptik, oder CAS die Schiefe der Ekliptik, den Kreis PDpC ſtelle man ſich ſenkrecht über der Fläche der Zeichnung aufgerichtet vor. Dieſes iſt die Lage der Erde um die Zeit des Sommerſtillſtandes. Man ziehe den Kreis EG, der hier als eine gerade Linie erſcheint, ſenkrecht auf die Ekliptik, ſo macht er die Gränze der Erleuchtung, und der Parallelkreis EF liegt, ſo wie alle andere, zwiſchen ihm und dem Pol P ganz im hellen, um den andern Pol p aber iſt der Abſchnitt der Erde innerhalb des Parallelkreiſes GH im dunkeln. Jeder andere nördliche Parallelkreis, dergleichen der hier gezeichnete Wendekreis des Krebſes IK iſt, wird alsdenn über die Hälfte bis in L erleuchtet, mehr als in jeder andern Lage der Erde, und genießt den längſten Tag; aber jeder ſüdliche Parallelkreis, wie der Wendekreis des Steinbocks MN, liegt über die Hälfte, von M bis O, in Nacht gehüllt, und die Bewohner deſſelben haben den kürzeſten Tag. Iſt die Erde auf der andern Seite der Sonne in B, ſo wechſeln dieſelben Erſcheinungen für den Nord- und Südpol. So wie die Erde von A oder B ſich entfernt,

fernt, ſo nähert ſich die Gränze der Erleuchtung den Polen, die Tage nehmen auf der einen Hälfte der Erde ab, auf der andern zu; und wenn ſie einen Winkel von 90 Grad um die Sonne beſchrieben hat, daß die Erdaxe ſenkrecht auf die Linie von der Erde nach der Sonne ſteht, ſo reicht die Erleuchtung gerade bis an die Pole, und Tag und Nacht ſind gleich. Durch eine Weltkugel, die man um ein Licht führt, kann man ſich dieſes völlig deutlich machen.

121. Unſere Reiſe um die Sonne vollenden wir in einem Jahre (20), nach deſſen Vollendung wir die Sonne wieder an derſelben Stelle des Thierkreiſes ſehen. Weil die Frühlings-Nachtgleiche, von welcher wir die Länge an rechnen, ſich dem Laufe der Erde entgegen von Morgen gegen Abend bewegt (29.), ſo ſehen wir die Sonne ein wenig eher ſchon an derſelben Stelle des Thierkreiſes, als wir ſie an derſelben Stelle des Himmels unter den Fixſternen ſehen. Die Zeit des wirklichen Umlaufes um die Sonne, das periodiſche Jahr oder Sternjahr, iſt daher etwas länger, als 365 T. 5 St. 48′ 48″, welche man das tropiſche Jahr zu nennen pflegt. Jenes iſt 365 T. 6 St. 9′ 11″, ſo viel länger als die Erde Zeit braucht, die 50 Secunden Vorrückung der Nachtgleichen zu beſchreiben.

122. Der Mond begleitet unſere Erde auf ihrer Reiſe um die Sonne. Er hat ſolchergeſtalt eine doppelte Bewegung. Wenn man an eine Stange eine große und eine kleine Kugel ſteckte, an ihrem gemeinſchaftlichen Schwerpuncte einen Faden befeſtigte, beide ſich darum drehen ließe, und nun ſie mittelſt des Fadens um die Hand herumſchwünge, ſo würden ſie während des Umlaufs um die Hand ſich auch um ihren Schwerpunct drehen. Fällt der Schwerpunct nahe an die große Kugel, ſo wird es ſcheinen, als liefe

dieſe nur um die Hand herum, und nähme die andere mit. Dieſes iſt ein Bild von dem gemeinſchaftlichen Laufe des Mondes und der Erde um die Sonne. Anſtatt der Stange muß man die Kraft der Schwere ſetzen, wodurch der Mond bey der Erde gehalten wird. An den Trabanten des Jupiters und Saturns ſehen wir die Sache mit Augen.

123. Da die Erde ſich um die Sonne bewegt, ſo möchte man, wie es ehemals von einigen wirklich behauptet iſt, glauben, daß dieſes in der ſcheinbaren Stelle der Fixſterne eine Veränderung hervorbringen müßte. Es ſey (Fig. 15.) S die Sonne, die Erde in A, C ein Stern in der Ebene der Ekliptik, und ASB ſenkrecht auf CS. Nach einem halben Jahre befinde ſich die Erde in B. Nun iſt in A der Unterſchied der Länge der Sonne und des Sterns der Winkel SAC; in B iſt dieſer Unterſchied der Winkel CBS; der Unterſchied der Länge des der Sonne entgegengeſetzten Punctes am Himmel nach der Richtung Bb und des Sterns iſt der Winkel bBC. Der Unterſchied der Winkel SAC und bBC iſt der Winkel ACB. Hat der Stern eine vergleichbare Entfernung CS mit SA oder SB, ſo müßte man in der Länge deſſelben alle halbe Jahre, wenn er um 90 Grad von der Sonne abſteht, einen Unterſchied bemerken, welcher dem Winkel ACB gleich iſt. Allein mit den beſten Werkzeugen, und bey der genaueſten Aufmerkſamkeit nimmt man keinen Unterſchied wahr. Die Linien AC, BC ſind alſo ohne eine für uns merkliche Neigung parallel, und CS iſt unvergleichbar groß gegen AS oder AB. Setzt man den Stern in den Pol der Ekliptik, ſo iſt CAS deſſen ſcheinbare Breite in A, und CBS die entgegengeſetzte in B; der Abſtand des Sterns vom Zenith müßte alſo zu den beiden Zeiten bey der Culmination um den

Winkel ACB verſchieden ſeyn. Aber man entdeckt keinen ſolchen Unterſchied an den Sternen um den Pol der Ekliptik. Die übrigen Sterne müßten eine gewiſſe Veränderung, ſowohl in der Länge als Breite, bemerken laſſen, die man aber nicht wahrnehmen kann. Alſo ſind alle Sterne ſo weit von uns, daß die Entfernung der Erde von der Sonne gegen ihren Abſtand verſchwindet.

124. Wenn der Winkel ACS, oder die Parallaxe des Sterns, eine Secunde beträgt, ſo iſt CS 206265 mahl größer als SA. Wir werden in der Folge (158.) ſehen, daß SA etwa 24000 Halbmeſſer der Erde beträgt, folglich wäre der Stern gegen 5000 Millionen Erdhalbmeſſer von uns oder der Sonne entfernt. Der nächſte Stern iſt aber gewiß noch weiter von uns, weil der Winkel C unmeßbar iſt. Iſt der nächſte Stern von der erſten Größe ſo weit entlegen, wie weit werden nicht die Sterne von der fünften und ſechsten Größe, und noch mehr die teleſkopiſchen von uns abſtehen? Dieſe erſtaunliche Entfernung der Fixſterne, und die daraus fließende unermeßliche Größe des Weltbaues, iſt uns vielmehr ein Beweis für unſer Syſtem, als ein Einwurf dagegen, wie ſie es ſelbſt einem Tycho war. Was wäre das für eine Welt, wäre ſie würdig des größten und weiſeſten Baumeiſters, wenn menſchliche Augen ſie überſehen, menſchliche Werkzeuge ſie meſſen könnten? Laßt uns von der Ausdehnung eines Werks der ewigen Macht größere und würdigere Begriffe faſſen, als die Alten, zu ſehr an niedrige Vorſtellungen von der Gottheit durch Erziehung und Religionsſyſtem gewöhnt, ſich bilden konnten, oder als die barbariſche Philoſophie der mittlern Zeiten, die das höchſte Weſen durch metaphyſiſche Spitzfündigkeiten ergrübeln, nicht aus ſeinen Werken

kennen lernen wollte, zu geben im Stande war. Die Erde, ja unſer ganzes Planetenſyſtem mag ein Punct gegen das große Ganze ſeyn; das Licht mit ſeiner unbegreiflichen Geſchwindigkeit mag Jahrhunderte gebrauchen, ehe es von manchen Fixſternen zu uns kommen kann; jeder Stern ſey eine Sonne, welche ihr Planeten- und Kometenſyſtem hat wie unſere Sonne, die ein Fixſtern gleich den andern iſt; alle Sterne, welche wir ſehen, ſeyn nur ein einzelnes Syſtem unter unzähligen, deren einige uns nur ihren Schimmer wie Nebelſterne zuſenden; jede Sonne, jeder Planet, jeder Trabant eines Planeten ſey mit Geſchöpfen und empfindenden Weſen von einer immer abgeänderten Natur bevölkert: was iſt der kühnſte Flug unſerer Einbildungskraft gegen die Unermeßlichkeit und Mannigfaltigkeit der Schöpfung?

125. Wir wollen nun ſehen, wie die ſonderbaren Erſcheinungen in dem Laufe der obern Planeten (60.) nothwendig aus der Bewegung der Erde um die Sonne folgen. Es ſey (Fig. 16.) ABCD der Kreis der Erde, PQRX eines der obern Planeten, in der Zeichnung des Mars. Dieſe gehen langſamer als die Erde um die Sonne in Abſicht auf die Winkelbewegung, weil die Stellen der Oppoſition vom Abend gegen Morgen auf einander folgen. Nun ſey die Erde in A, der Planet in P, in Oppoſition mit der Sonne, und werde von A aus neben einem Sterne S geſehen. Jene ſey nach einiger Zeit in a, dieſer in p. Man lege aS parallel mit APS, ſo ſind beide Linien ohne merklichen Unterſchied nach demſelben Sterne gerichtet, und der Planet wird in p rechter Hand des Sternes S geſehen, ſcheint alſo vom Morgen gegen Abend zurückgegangen zu ſeyn. Die rückgängige Geſchwindigkeit des Planeten wird aber immer kleiner, weil der Lauf

der Erde gegen die Geſichtslinie nach dem Planeten immer ſchiefer geneigt wird, bis daß in Q der Planet den Bogen Qq und die Erde in B den Bogen Bb beſchreibt, ſo daß bq der BQ parallel iſt. Hier ſcheint der Planet ſtill zu ſtehen, weil ſein Abſtand von den Sternen, neben welchen man ihn in B ſah, in q ſich nicht geändert hat. Zieht man hier bS parallel mit APS, ſo ſcheint der Planet um den Winkel qbS ſeit der Oppoſition zurückgegangen zu ſeyn. Auf den Stillſtand nach dem Rückwärtsgehen folgt das Vorwärtsgehen, anfangs langſamer, hernach geſchwinder. Die Erde ſey in C, wenn der Planet in R iſt, und beſchreibe den Bogen Cc, während daß dieſer den Bogen Rr durchläuft, ſo ſcheint der Planet in dieſer Zeit von der rechten nach der linken Hand, oder von Abend gegen Morgen gerückt zu ſeyn, um den Winkel Kcr, wenn cK parallel mit CR gezogen wird. Denn die Stelle des Himmels, an welcher der Planet von C aus in R erſchien, ſcheint in c auf der Linie cK zu liegen. Schneller rückt der Planet vorwärts, wenn er in V, und die Erde in D ſich befindet, weil die Bewegung Vv der Dd mehr entgegengeſetzt iſt. Am ſchnellſten rückt er vorwärts in der Conjunction, wenn die Erde auf der einen Seite der Sonne als in A, der Planet auf der andern in X iſt, weil da die Richtungen ſich in Abſicht auf die Linie AX entgegengeſetzt ſind, ſo wie er in der Oppoſition am geſchwindeſten zurückgeht, weil er daſelbſt mit der Erde in Abſicht auf AP einerley Richtung hat. Die größte Geſchwindigkeit im Rücklaufen iſt hier nothwendig mit dem kleinſten Abſtande des Planeten, und die größte im Vorwärtsgehen mit dem größten Abſtande des Planeten verbunden. So iſt die eine Art der Ungleichheit erklärt, welche ſich nach dem Stande des Planeten gegen die Sonne richtet. Die andere in (61.) bemerkte

Ungleichheit muß daher rühren, daß der Lauf der Planeten nicht gleichförmig iſt, und vielleicht auf einer andern Linie als der Kreislinie geſchieht.

Die Erſcheinungen der untern Planeten ſind ſchon oben (57. 58.) erklärt worden. Man darf in der Figur nur die Erde den äußern Kreis, Merkur oder Venus den innern beſchreiben laſſen.

V. Nähere Beſtimmung der Planeten-Bahnen.

126. Die Erde beſchreibt ihre Bahn oder wenigſtens die Winkel um die Sonne nicht gleichförmig. Von der Frühlingsnachtgleiche bis zu der herbſtlichen verflieſſen 186 Tage 12 St., von dieſer zu jener 178 Tage 18 Stunden.

127. Wir wollen zuerſt annehmen, die Erde beſchreibe einen excentriſchen Kreis gleichförmig, einen ſolchen nämlich, wo die Sonne außerhalb des Mittelpuncts iſt, wie in Fig. 17. wo ABPD die Bahn der Erde, C der Mittelpunct des Kreiſes, S die Sonne iſt. In A iſt die Erde am entfernteſten von der Sonne, in P ihr am nächſten. Darum heißt A die Sonnenferne (Aphelium), P die Sonnennähe (Perihelium); AP iſt die Apſidenlinie; CS die Excentricität *). Der Beobachter auf der Erde verſetze ſich in

*) Die Erde geht im Jahr 1793 den 30. Jun. um 11 Uhr Abends durch das Aphelium, und den 30. December Nachmittags um 2 Uhr durch das Perihelium. Wir ſind daher im Winter der Sonne wirklich näher als im Sommer, aber, wie man aus dem folgenden leicht berechnen kann, nur etwa 690000 geographiſche Meilen; dieſes macht bey der großen Entfernung der Erde von der Sonne noch keinen merklichen Unterſchied in der Erwärmung.

in Gedanken auf die Sonne, ſo ſieht er die Erde eben den Weg nehmen, welchen die Sonne ihm von der Erde aus zu nehmen ſcheint, nur daß der Ort der Erde um 180 Grad von dem Orte der Sonne unterſchieden iſt. In S beurtheilt er den Lauf der Erde bloß nach den Winkeln, ſo daß, wenn die Erde den Bogen DAB über der Chorde DSB durchgelaufen hat, ſie nicht mehr als 180 Gr. beſchrieben zu haben ſcheint, ob ſie gleich um den Mittelpunct mehr als 180 Grad vollendet hat. Daher iſt die Zeit auf DAB länger als auf dem übrigen Theile des Kreiſes, auf BPD. Der Unterſchied iſt am größten, wenn BSD ſenkrecht auf AP ſteht. Weil der Unterſchied der Zeiten, in welchen die Erde von einem Puncte ihrer Bahn zu dem entgegengeſetzten in Abſicht auf die Sonne kömmt, um die Nachtgleichen am größten iſt, ſo iſt BSD dem Durchſchnitte der Ekliptik mit dem Äquator faſt parallel, oder faſt nach den Puncten der Nachtgleichen am Himmel gerichtet; A fällt nahe bey dem Anfange des Steinbocks (in 9° 21′) und P nicht weit von dem Anfange des Krebſes (in 9° 21′). Von A rechnet man die Bewegung der Erde an. Die Erde ſey irgendwo in E, ſo verhält ſich die Umlaufszeit oder ein Jahr zu der Zeit auf dem Bogen AE, wie 360 Grad zu dem Winkel ACE. Mit CE ziehe man Se parallel, ſo ſollte nach der mittlern Bewegung die Erde auf Se erſcheinen, da ſie nach der wahren auf SE iſt. Die Erde iſt alſo um den Winkel ESe oder SEC zurückgeblieben. Dieſer Winkel heißt die **Gleichung der Erde oder der Sonne.** Er iſt am größten, wenn BS oder DS ſenkrecht auf AP ſteht. Den Winkel ASe, welcher der Zeit proportional iſt, nennt man die **mittlere Anomalie**, den Winkel ASE die **wahre Anomalie.** — In A geht die Erde am langſamſten, in P am geſchwindeſten, und hier iſt der

mittlere Ort der Erde mit dem wahren einerley. In B und D, oder überhaupt, wo die Gleichung am größten iſt, iſt die Geſchwindigkeit der Erde die mittlere zwiſchen der größten und kleinſten.

128. Dasjenige Segment des Kreiſes durch S, in welches das Aphelium fällt, erfordert eine längere Zeit, als ein halbes Jahr, dasjenige, in welches das Perihelium fällt, eine kürzere. Man beobachte zwey Örter der Erde F, G nahe bey A, einen dieſſeits, den andern jenſeits, desgleichen zwey jenen in Abſicht auf die Sonne entgegengeſetzte f, g um das Perihelium, ſo iſt die Zeit von F bis f größer, als die von G bis g. Wäre jene gerade ſo viel länger als ein halbes Jahr, als dieſe kürzer iſt, ſo läge A genau in der Mitte zwiſchen F und G. Aber auch, wenn die Unterſchiede beider von einem halben Jahre nicht gleich groß ſind, läßt ſich doch der Ort des Aphelium ſehr genau aus dem Verhältniſſe der Unterſchiede angeben. Iſt dieſer bekannt, ſo iſt es auch die Zeit des Durchganges durch das Aphelium.

129. Man beobachte nun auch den Ort der Erde an zwey entgegengeſetzten Stellen um B und D. Aus der Zeit zwiſchen den beiden Beobachtungen findet man den Winkel am Mittelpuncte DCB, welchen die Erde nach der mittlern Bewegung beſchrieben haben ſollte: der wahre oder DSB iſt 180 Gr. groß. Der Unterſchied beider iſt die Summe der Winkel CBS und CDS (127.). Sucht man zwey Beobachtungen, wo dieſer Unterſchied am größten iſt, ſo iſt die Hälfte der Winkel CBS oder CDS. Hieraus findet man die Excentricität CS, wenn der Halbmeſſer CB zur Einheit genommen, oder durch ſonſt eine beliebige Zahl ausgedrückt wird (Geom. 230.). Die größte Gleichung für die Erde iſt $1^\circ\ 55'\ 27''$, daher die Excentricität in dieſer Hypotheſe, 336, wenn CB = 10000.

130. Weiter beobachte man an irgend einem andern Orte E die Sonne. Aus der Zeit ſeit dem Durchgange durch das Aphelium weiß man den Winkel ACE, woraus und aus dem Verhältniſſe CE:CS die Gleichung CES nach (Geom. 234.) ſich berechnen, und der wahre Ort der Sonne nach der bisherigen Hypotheſe angeben läßt. Die Vergleichung des berechneten und beobachteten Orts dient, die gemachte Vorausſetzung zu prüfen.

131. Man wird finden, daß durch ſie die Bewegung der Sonne nicht gehörig dargeſtellt wird, und daß die obige Excentricität zu groß ſeyn müſſe. Wir wollen darum die Hypotheſe ein wenig verändern. Die Erde beſchreibe noch einen Kreis, wie vorher, aber der Punct, um welchen ſie ſich gleichförmig bewegt, liege (Fig. 18.) auf der einen Seite des Mittelpuncts C in F, eben ſo weit davon, als die Sonne S auf der andern. Die Apſidenlinie behält ihre nach (127.) gefundene Lage AP. Die Erde ſey in E, ſo iſt nun ihre mittlere Anomalie der Winkel AFE, welcher der Zeit ſeit dem Durchgange durch A proportional iſt, und die wahre Anomalie der Winkel ASE; die Gleichung der Sonne oder der Erde iſt der Winkel SEF. Dieſe iſt am größten in B und D, wo BC und DC ſenkrecht auf AP ſtehen. Der Winkel BSD iſt nunmehr kleiner als zwey Rechte, welche er in der erſten Hypotheſe gerade ausmachte. Hat man aus den Beobachtungen um B und D den größten Unterſchied zwiſchen der mittlern und wahren Bewegung gefunden, ſo giebt die Hälfte davon den Winkel SBF, und die Hälfte dieſes Winkels SBF in dem rechtwinklichten Dreyecke SBC das Verhältniß SB zu SC, nämlich 10000 zu 168. Hieraus läßt ſich für jede Zeit der Ort der Erde angeben, und mit dem beobachteten ver-

gleichen. Die Erde ſey in E, ſo ſind in dem Dreyecke CEF die Seiten CE, CF und der Winkel AFE (letzterer durch die Zeit) bekannt, woraus erſtlich die übrigen Winkel und dadurch die Seite EF gefunden wird. In dem Dreyecke SEF findet man mittelſt des Winkels AFE und der Seiten SF und FE den Winkel SEF, den Unterſchied zwiſchen dem mittlern und dem wahren Orte der Sonne *). Man wird die berechneten und beobachteten Örter in dieſer Hypotheſe weit beſſer mit einander übereinſtimmend finden, als in der vorigen.

131. Nun zu den Planetenbahnen, und zwar zuerſt zu den obern. Sie bewegen ſich zwar nicht in der Ekliptik, allein wir wollen, bis wir erſt einige Kenntniß von ihrer Bewegung erhalten haben, ihre Bahnen in die Ekliptik oder die Fläche unſerer Erdbahn fallen laſſen. Es ſey (Fig. 19.) ABHG der Kreis der Erde um die Sonne S; PQR die Bahn des Planeten. Um die Zeit der Oppoſition, da die Erde in A, der Planet in P iſt, beobachte man ihn mehrere Mitternächte hinter einander, um die Zeit zu erfahren, da er der Sonne gerade gegenüber ſteht. Bey der nächſten Oppoſition in B und Q desgleichen. Bewegte der Planet ſich gleichförmig um S, ſo könnte man aus dem Winkel, den er beſchrieben, und der dar=

*) In dieſer Hypotheſe kann man den geometriſchen Satz benützen, daß $ES^2 + EF^2 = 2\,CE^2 + 2\,CS^2$. Daß der W. SBF größer iſt, als jeder andere SEF, erhellt auf folgende Art. Durch die Puncte S, B, F beſchreibe man einen Kreis, ſo iſt jeder Winkel an der Peripherie deſſelben über der Chorde SF ſo groß, als SBF (Geom. 137.). Dieſer Kreis fällt aber innerhalb des Kreiſes ADPB; folglich iſt der Winkel an der Peripherie auf den Linien SE oder FE größer als SEF, das iſt, SBF iſt größer als SEF.

darauf zugebrachten Zeit die ganze Umlaufszeit finden. Da dieſes nicht iſt, ſo muß man viele Oppoſitionen ſammeln, um den Gang des Planeten kennen zu lernen, und ſeine Umlaufszeit zu beſtimmen. In den Oppoſitionen iſt der Ort, wo der Planet von der Sonne aus geſehen wird (der heliocentriſche) einerley mit dem, wo er der Erde erſcheint (dem geocentriſchen). Je mehrere Revolutionen des Planeten zwiſchen den verglichenen Beobachtungen nahe an derſelben Stelle ſeiner Bahn verfloſſen ſind, deſto genauer wird die Umlaufszeit gefunden. Aus dieſer ſuche man eben ſo wie für die Erde (131.) die Bahn des Planeten, die zuerſt gleichfalls als ein Kreis angenommen wird. Vermittelſt dieſer Hypotheſe kann man für jede Zeit den heliocentriſchen Ort des Planeten, und das Verhältniß ſeiner Entfernung von der Sonne zu dem Halbmeſſer ſeiner Bahn angeben.

133. Die Umlaufszeiten der vier obern Planeten ſind folgende *):

	Sternjahr.	Tropiſches Jahr.
Mars	686 T. 23 St. 30′ 35″	686 T. 22 St. 18′ 27″
Jupiter	4332 14 27 11 (11 J. 315 T.)	4330 14 39 2
Saturn	10759 1 51 11 (29 J. 167 T.)	10746 19 16 15
Uranus	30689 18 14 (84 J. 8 T.)	30589 8 38

Ein Sternjahr iſt die Zeit, in welcher der Planet von der Sonne betrachtet, wieder zu demſelben Sterne kömmt; ein tropiſches Jahr die Zeit, in welcher er zu demſelben Grade der Länge zurückkehrt. Weil der Punct,

*) Aus de la Lande Aſtronomie, 3. Ausg. §. 1162. nur nicht die daſelbſt unrichtig angegebene des Uranus, welche mit den Tafeln nicht ſtimmt.

Punct, von welchem die Länge angerechnet wird, ſich vom Morgen gegen Abend, den Planeten entgegen bewegt, ſo iſt das tropiſche Jahr kürzer, als das ſideriſche oder das Sternjahr.

134. Die Excentricitäten, wenn man den Halbmeſſer der Bahn jedesmahl 10000 ſetzt, ſind nach den Verbeſſerungen einer richtigern Theorie folgende:

Mars	Jupiter	Saturn	Uranus
931	481	562	467

135. Man beobachte den Planeten zweymahl, von G und H aus, wenn er an derſelben Stelle ſeiner Bahn, in irgend einem Puncte R iſt (Fig. 19.). Die Zwiſchenzeit beider Beobachtungen iſt die Umlaufszeit des Planeten ein oder mehrmahl genommen. Sollte die zweyte Beobachtung in H nicht genau um dieſen Zeitraum von der erſten in G entfernt ſeyn, ſo kann man aus den in der Nähe von H beobachteten Elongationen des Planeten, oder den Winkeln, wie SHR iſt, dieſen Winkel für die Zeit, da der Planet in R wieder eintrifft, herleiten. Aus der Theorie des Laufs der Erde ſind SG und SH (den Halbmeſſer der Erdbahn als Einheit oder Maaßſtab angenommen) mit dem Winkel GSH bekannt. Der Winkel GSH wird auch durch Beobachtung gegeben, weil er der Unterſchied der Länge der Sonne zu den Zeiten der beiden Beobachtungen iſt. Daraus wird GH mit den Winkeln SGH, SHG gefunden. Die Winkel SGR, SHR ſind aus der Beobachtung bekannt, als die Unterſchiede der Länge des Planeten und der Sonne. Zieht man davon jene Winkel ab, ſo hat man die HGR, GHR, alſo in dem Dreyecke HGR ſowohl GR als HR, und daraus in dem Dreyecke SGR oder SHR die Entfernung RS des Planeten von der Sonne. Da man das Verhältniß dieſer Entfernung zu dem Halbmeſſer der Bahn

Bahn weiß (132.), ſo kann man endlich den letztern auch durch den Halbmeſſer der Erdbahn ausdrücken. Giebt man dieſem 10000 Theile, ſo ſind, zufolge genauern Unterſuchungen, die mittlern Entfernungen der Planeten hier die Halbmeſſer ihrer Kreisbahnen:

Mars	Jupiter	Saturn	Uranus
15237	52028	95407	191836

136. Am beſten wählt man zu dieſen Beobachtungen die Stellen um das Aphelium und Perihelium des Planeten, als die ſicherſten, wobey man zugleich den wichtigen Vortheil hat, daß man die größte und kleinſte Entfernung des Planeten von der Sonne, alſo ſeine Excentricität, faſt unmittelbar aus Beobachtung erhält. — Die erſte Beobachtung kann auch bequem zur Zeit einer Oppoſition angeſtellt ſeyn, oder G kann in die Linie SR fallen. Alsdann hat man nur ein Dreyeck SHR zu berechnen, in welchem die Winkel RSH und RHS aus Beobachtung bekannt ſind, ſo wie HS aus der Geſtalt der Erdbahn, ſo weit ſie nach dem obigen Verfahren vorläufig beſtimmt iſt. Hieraus wird die Entfernung des Planeten RS von der Sonne unmittelbar gefunden. — Verbindet man mit den beiden Beobachtungen in G und H noch eine zur Zeit der Oppoſition auf SR angeſtellte, ſo werden alle Winkel in der Figur SHRG bekannt, woraus man die Verhältniſſe der Linien in derſelben erfährt, ſo daß man die über die Bahn der Erde gemachte Vorausſetzung prüfen kann.

137. Bey den untern Planeten muß man anſtatt der Oppoſitionen die Conjunctionen gebrauchen. Die Venus kann man um die Zeit ihrer Zuſammenkunft mit der Sonne bey Tage durch den Meridian gehen ſehen, wenn ſie weit genug über oder unter ihr ſich befindet. In der obern Conjunction jenſeits der

Sonne zeigt ſie zwar ihre ganze Scheibe, aber ſie iſt alsdenn klein und glänzt nur ſchwach. In der untern oder dieſſeits der Sonne ſieht man nur einen kleinen Theil ihrer Scheibe erleuchtet, aber doch iſt dieſe Lage zu Beobachtungen geſchickter. Der vortheilhafteſte Fall einer untern Conjunction iſt, wenn die Venus vor der Sonnenſcheibe ſelbſt vorübergeht, welches aber ſelten geſchieht (57.). Beym Merkur fallen die Durchgänge durch die Sonnenſcheibe öfterer vor; dagegen entbehrt man bey ihm die andern Beobachtungen der Conjunction mit der Sonne. Doch kann man mit achromatiſchen Fernröhren (Naturl. 549.) den Merkur ſo nahe bey ſeiner obern (jenſeitigen) Zuſammenkunft ſehen, daß dieſer Mangel ſich erſetzen läßt. Es wird aber eine reine, heitere Luft erfordert, um den Merkur im Meridian zu ſehen.

138. Ein andres Mittel geben die größten Digreſſionen oder ſcheinbaren Entfernungen dieſer Planeten von der Sonne (57. 58.). Ruhte unſere Erde mit der Sonne, ſo würde die Geſichtslinie nach dem Planeten zu der Zeit ſeiner größten Digreſſion deſſen Bahn berühren. Es ſey (Fig. 19.) R die Erde, G die Venus, RG eine Berührungslinie in G, ſo iſt der Winkel SRG die größte Digreſſion der Venus von der Sonne. Man ſuche demnach drey Örter der Erde, wie R aus, ziehe die Geſichtslinien wie RG, und zeichne einen Kreis, der alle drey Linien berührt, welches ein leichtes geometriſches Problem iſt. Dadurch erhält man nicht allein die Bahn, ſondern auch die Excentricität und Lage der Apſidenlinie nebſt der Umlaufszeit, wenn man wie in (131.) einen Mittelpunct der gleichförmigen Bewegung in der Kreisbahn annimmt. Dieſe Bahn müßte aber wegen der Bewegung der Erde verbeſſert, und darauf mit andern Beobach-

obachtungen verglichen werden. Die Umlaufszeit, als das erſte und wichtigſte Stück, erhält man am ſicherſten aus den beobachteten Durchgängen durch die Sonnenſcheibe. Die Bewegung der Venus wird nicht viel Schwierigkeit machen, die des Merkurs deſto mehr, als welche ſich gar nicht auf einen Kreis bringen läßt. Die Vergleichung der Halbmeſſer ihrer Bahnen und der Bahn der Erde geſchieht wie bey den obern Planeten (135.).

139. Die **Umlaufszeiten** dieſer Planeten ſind für

	Sternjahr	Tropiſches Jahr
Venus	224 T. 16 St. 49′ 10″	224 T. 16 St. 41′ 27″
Merkur	87 23 15′ 43″	87 23 14′ 33″

Ihre **Excentricitäten**, den Halbmeſſer jeder Bahn für 10000 genommen, ſind für

Venus	Merkur
69	2055

Ihre **mittlern Entfernungen** von der Sonne, wenn man der mittlern der Erde 10000 Theile giebt, ſind für

Venus	Merkur
7233	3871

140. Die **Lage der Planetenbahnen** gegen die Ekliptik zu beſtimmen, beobachte man den Planeten zu der Zeit, da er durch die Ekliptik geht, und ſuche möglichſt genau den Augenblick, da er ſich in derſelben befand. Für dieſe Zeit berechne man den Ort deſſelben, wo er von der Sonne aus geſehen würde. Die Linie durch den Planeten und die Sonne zu dieſer Zeit iſt der Durchſchnitt ſeiner Bahn mit der Ekliptik, oder die **Knotenlinie**. Die Puncte, wo die Bahn des Planeten die Ebene der Erdbahn ſchneidet, heißen die **Knoten**. Man beobachte ferner zu der

der Zeit, da der Planet ſich gerade in der Mitte zwiſchen den Knoten befindet, welche man aus der Theorie ſeines Laufs ſchon ziemlich genau wiſſen kann, die Breite deſſelben, und ſage, wie ſeine Entfernung von der Sonne zu ſeiner Entfernung von der Erde, ſo verhält ſich dieſe beobachtete Breite zu der Breite, wie ſie von der Sonne aus geſehen würde. Dieſe iſt dem Winkel ſeiner Bahn mit der Ekliptik gleich. Mit dieſen Elementen der Knotenlinie und der Neigung muß die Theorie des Laufs berichtigt werden, und daraus wieder die Lage der Bahn. Die aufſteigenden Knoten, oder die Durchſchnittspuncte, in welchen ein Planet ſich nach Norden über die Erdbahn erhebt, liegen zwiſchen 45° und 103° der Länge, alſo innerhalb eines Bogens von etwa 58°.

141. Die Bahnen der Planeten ſind unter kleinen Winkeln gegen die Ekliptik oder die Bahn der Erde geneigt. Dieſe ſind für

Merkur	7°	0′	0″	Jupiter	1°	18′	56″
Venus	3	23	35	Saturn	2	29	50
Mars	1	51	0	Uranus	0	46	20

142. Die Planeten bewegen ſich nicht in Kreiſen. Bis auf Keplern, oder bis gegen das Ende des ſechszehnten Jahrhunderts, glaubte man, der ariſtoteliſchen Philoſophie zufolge, daß die himmliſchen Körper in der vollkommenſten Figur, welche der Kreis ſeyn ſollte, und zwar gleichförmig ſich bewegen müßten. Kepler ſuchte ſelbſt auf das mühſeligſte für Mars, deſſen Bewegung er ſehr genau unterſuchte, eine Kreisbahn, aber überzeugte ſich endlich, daß die Bahn kein Kreis ſeyn könne. Denn da er die größte und kleinſte Entfernung des Mars von der Sonne den Beobachtungen gemäß feſtgeſetzt hatte (135.), ſo wollten die andern Entfernungen, die er aus zwey Standpuncten

in der Erdbahn fand, ſich nicht in den Kreis fügen, ſondern waren kleiner als nach der Theorie.

143. Er fiel nun auf die Ellipſe (Geom. 280.) in deren einen Brennpunct er die Sonne ſetzte, wie in Fig. 20, wo AEPA eine elliptiſche Bahn, C ihr Mittelpunct, ACP die große Axe, S die Sonne in dem einen Brennpuncte iſt, daher A das Aphelium, P das Perihelium. CS iſt auch hier die Excentricität. Allein nach welchem Geſetze wird die Ellipſe beſchrieben?

144. In der oben (131.) erklärten zweyten Hypotheſe verhalten ſich die wahren Geſchwindigkeiten in der Sonnennähe und Sonnenferne umgekehrt wie die Entfernungen. Kepler wandte dieſes auch auf die Ellipſe an. Der Planet beſchreibe (Fig. 20.) bey A den Bogen Qq, bey P den Bogen Rr in denſelben Zeiten. Dieſe Bogen verhielten ſich nach Kepler wie SP zu SA. Nimmt man dieſe Bogen ſo klein, daß man ſie faſt für gerade Linien halten kann, ſo ſind die Dreyecke RSr und QSq einander gleich (Geom. 114.). Dieſe Bemerkung machte er allgemein, und nahm an, daß, wenn zwey Bogen EF, FG in gleichen Zeiten beſchrieben werden, die Flächenräume ESF, FSG einander gleich ſind.

145. Nach dieſem Kepleriſchen, in der Folge durch mechaniſche Gründe bewährten Geſetze, verhält ſich die Umlaufszeit des Planeten zu der Zeit, da er von einem Puncte ſeiner Bahn, wie dem Aphelium A, zu einem andern E kömmt, wie die ganze Fläche zu dem Flächenraume ASEA. Dieſer Raum iſt alſo der Zeit proportional, und drückt nunmehr die mittlere Anomalie aus. Die wahre bleibt der Winkel ASE.

146. Die Lage der Apſidenlinie AP wird für die Ellipſe eben ſo wie für die Kreisfigur geſucht, die größte

Gleichung auch: nur die Excentricität erfordert eine andere Rechnung, die hier nicht erklärt werden kann, ſo wenig wie man aus der mittlern Anomalie oder der Zeit die wahre oder ASE findet. Dieſe Aufgabe gehört unter die ſchweren, welche mehrere Mathematiker beſchäfftigt hat, und unter dem Namen des Kepleriſchen Problems bekannt iſt. Kepler machte ſeine Entdeckungen in einem beſondern Werke über den Planeten Mars 1609 bekannt. Dieſes Werk macht die Epoche der neuern Aſtronomie.

147. Im Jahr 1618 fiel Kepler auf den glücklichen Gedanken, die mittlern Entfernungen der Planeten von der Sonne, und ihre Umlaufszeiten mit einander zu vergleichen. Nach langem Suchen fand er den 15ten März, (ein merkwürdiger Tag für die Aſtronomie,) daß die Quadrate der Umlaufszeiten den Würfeln der mittlern Entfernungen proportional wären; eine Wahrheit, die nachher der Grund unſerer ganzen phyſiſchen Aſtronomie geworden iſt. Kepler hatte eine beſondere Gabe, Wahrheiten von fern im Dunkeln ſchimmern zu ſehen; ſein Genius, wie er ſelbſt ſagt, liſpelte ſie ihm zu. Von mehrern wichtigen Entdeckungen in der Mathematik hat er die erſten Ideen gehabt. Insbeſondere iſt er der Vater der neuen Aſtronomie.

148. Zum Exempel dieſes wichtigen Satzes diene der Lauf des Jupiters. Seine Umlaufszeit beträgt faſt $4332\frac{3}{5}$ Tage; der Erde $365\frac{1}{4}$ Tag und ein weniges darüber; die Quadrate dieſer Zahlen ſind 18771422 und 133407, welche ſich verhalten wie 140708 zu 1000. Die mittlern Entfernungen des Jupiters und der Erde verhalten ſich wie 52,03 zu 10; davon ſind die Würfel 140851 und 1000 (§. 135.), welche ſich nahe wie jene Quadrate verhalten.

149. Bey den Trabanten des Jupiters und Saturns hat ſich eben dieſes Geſetz in Abſicht auf die Umlaufszeiten um den Hauptplaneten und die Entfernungen von ihm gefunden. Es iſt alſo ohne Zweifel ein allgemeines in der Natur der Bewegungskräfte gegründetes Geſetz. Man iſt gegenwärtig ſo ſehr von der Richtigkeit deſſelben überzeugt, daß man es gebraucht, die mittlern Entfernungen vermittelſt der Umlaufszeiten zu beſtimmen, weil man letztere ſehr genau durch Beobachtungen erfahren kann, jene nicht ſo genau. Die Erfahrung zeigt auch, daß die nach den beiden Kepleriſchen Geſetzen (145 und 147) berechneten Bewegungen mit den Beobachtungen vortrefflich übereinſtimmen *).

150. Da die allgemeine Geſtalt der planetariſchen Bahnen, und die Geſetze, nach welchen ſie beſchrieben werden, ausgefunden ſind, ſo iſt man im Stande geweſen, den Lauf des neuen Planeten, Uranus, in der kurzen Zeit ſeit ſeiner Entdeckung eben ſo genau zu beſtimmen, als den Lauf der übrigen. Man iſt in 10 Jahren mit dieſem Planeten ſo weit gekommen, als mit den übrigen in 2000 Jahren. Doch iſt zu bemerken, daß der neue Planet ſchon vor 100 Jahren von einem engliſchen Aſtronomen, und in den neuern Zeiten von einem Deutſchen (Mayer zu Göttingen), und einem franzöſiſchen Aſtronomen wahrgenommen, aber für einen Stern gehalten worden iſt, weil ſie die Beobachtung deſſelben nicht fortſetzten. Ihre

*) Wegen der gegenſeitigen Wirkungen der Planeten auf einander entſtehen kleine Abweichungen von der elliptiſchen Bahn; bey dem Monde beträchtliche, wegen der Wirkung der Sonne. Auch bedarf das Kepleriſche Geſetz der Entfernungen bey Jupiter und Saturn, wegen ihrer nicht unbeträchtlichen Maſſen, einer kleinen Verbeſſerung. Daher rührt der kleine Unterſchied in §. 148.

Beobachtungen ſind zur Beſtimmung ſeines Laufs nützlich geweſen.

151. Der neue Planet iſt doppelt ſo weit von der Sonne entfernt, als Saturn. So anſehnlich größer iſt das Planetengebiet der Sonne, als man es noch vor Kurzem ſich gedachte. Rechnet man den Abſtand der Erde von der Sonne zu 24000 Halbmeſſer der Erde, ſo iſt der Abſtand des Uranus 460000 Halbmeſſer der Erde, oder 396 Millionen Meilen, eine Weite, worauf ſelbſt das Licht 156 Min. Zeit gebraucht. Die Sonne ſieht man auf ihm 19mahl kleiner im Durchmeſſer als wir, nur etwas über das Doppelte ſo groß, als wir den Jupiter ſehen, wenn er uns am nächſten iſt. Er erhält von ihr 368mahl weniger Licht und Wärme als wir, wenn beides in dem Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen vermindert wird. Gewiß aber ſind die Einrichtungen auf ihm ſo getroffen, daß er mit dieſem geringen Grade zufrieden iſt. Vielleicht iſt dieſer neue Planet dennoch nicht der äußerſte. Denn unſere Augen und Werkzeuge reichen nirgends bis an das letzte irgend einer Gattung von Dingen.

In der 21ſten Figur ſind die Bahnen der Planeten nach dem Verhältniſſe ihrer Größen gezeichnet.

VI. Die Bahnen der Kometen.

152. Die Geſtalt der Kometenbahnen hat man ein gutes Theil ſpäter ausgefunden als die Bahnen der Planeten. Der große Caſſini glaubte noch am Ende des vorigen Jahrhunderts, daß ſie ſich in excentriſchen Kreiſen um die Erde bewegten. Der berühmte Hevelius in Danzig wies zuerſt im Jahre 1668 den Kometen eine paraboliſche Laufbahn an, ohne noch darauf zu fallen, daß die Sonne in ihrem Brenn-

puncte

puncte ſeyn möchte. Dörfel, ein Prediger zu Plauen im Vogtlande, zeigte noch vor Newton, aus ſeinen Beobachtungen des großen Kometen von 1680, daß die Bahn deſſelben, ſo weit ſie uns nämlich ſichtbar geworden, eine Parabel ſey, in deren Brennpuncte die Sonne iſt. Newton bewies endlich, daß die Kometen, gleich den Planeten, Ellipſen nach denſelben Geſetzen beſchreiben, nur daß die Excentricität derſelben beträchtlich, bey manchen ſehr groß iſt, daher das Stück ihrer Bahn, welches ſie in der Sonnennähe, wo ſie bloß uns ſichtbar werden, für einen paraboliſchen Bogen gewöhnlich gelten kann. Die Flächenräume, welche ſie um die Sonne beſchreiben, ſind den Zeiten proportional, und die Quadrate ihrer Umlaufszeiten und der planetariſchen verhalten ſich wie die Würfel der mittlern Entfernungen von der Sonne. Durch dieſe von der Erfahrung ſchon beſtätigte Regel würde man im Stande ſeyn, die Zeit der Wiederkunft eines Kometen vorherzuſagen, wenn nicht kleine Fehler in den Beobachtungen eine große Ungewißheit bey den langgeſtreckten Bahnen und der langen Dauer der Umlaufszeit verurſachten.

153. Der Komet von 1680 hat ſich der Sonne unter allen am meiſten genähert. Seine kleinſte Entfernung von ihr hielt nur 6 ſolche Theile, deren der Halbmeſſer der Erdbahn 1000 enthält. Newton berechnet daher, daß die Erhitzung des Kometen 2000mahl größer geweſen ſeyn müſſe, als eines glühenden Eiſens *), und daß er die erhaltene Hitze vielleicht Jahrtauſende behalten müßte. Der Komet von 1689 kam der Sonne auf 17 obgedachter Theile nahe. Die meiſten nähern ſich der Sonne etwa um die Hälfte oder

*) Vorausgeſetzt, daß es in der Erhitzung eines Körpers keine Gränzen giebt, und daß ſie in einer hinlänglich kurzen Zeit geſchieht.

Dreyviertel des Halbmeſſers der Erdbahn. Von 81 Kometen ſind 18 zwiſchen der Sonne und Merkur, 32 zwiſchen Merkur und Venus, 17 zwiſchen Venus und der Erde, 11 zwiſchen der Erde und Mars, 3 zwiſchen Mars und Jupiter durchgegangen. Die kleinſte Entfernung des von 1729, welcher unter den bisher beobachteten der Sonne ſich am wenigſten genähert hat, betrug 4070 obiger Theile. Der Komet von 1769, welcher einen anſehnlichen Schweif hatte, über 40 Grade lang, kam der Sonne bis auf 123 ſolcher Theile, und der Erde bis auf 113 derſelben nahe. Seine Bahn war unter einem Winkel von 41 Gr. gegen die Erdbahn geneigt. Der Komet von 1770, der im Auguſt durch ſein Perihelium gieng, iſt noch ein Räthſel. Aus den Beobachtungen folgt, daß ſeine Umlaufszeit $5\frac{1}{2}$ Jahre, ſeine kleinſte Entfernung von der Sonne 674, ſeine größte 5621 obiger Theile iſt, jene etwas kleiner als der Abſtand der Venus von der Sonne, und dieſe etwas größer als der Abſtand des Jupiters. Die Neigung ſeiner Bahn iſt nur 1° 34′. Er müßte alſo oft beobachtet ſeyn und noch ferner beobachtet werden, wenn ſein Lauf ſich gleich bliebe. Äußere Urſachen mögen ſeine Bahn mehr als einmahl geändert haben. Die Weltkörper haben in der That einer auf des andern Bewegung Einfluß.

154. Den Kometen von 1682 erkannte Halley für denjenigen, der in den Jahren 1531 und 1607 ſchon beobachtet worden war, durch die Vergleichung ihrer berechneten Bahnen, welche er, in dem der Sonne nächſten Theile, als Parabeln anſah. Die Nachrichten von drey ältern Kometen in den Jahren 1456, 1380, 1305 beſtärkten ſeine Muthmaßung, ſo daß er es wagte, die Wiederkunft dieſes Kometen im Jahr 1758 oder 1759 vorherzuſagen. Clairaut berechnete,

nete, daß die diesmahlige Umlaufszeit um 611 Tage länger ſeyn müßte, als die nächſte vorherige, wegen der Störung, die Jupiter und Saturn auf ihn ausgeübt hatten, und daß er in der Mitte des Aprils 1759 durch den Punct der Sonnennähe gehen würde. Er traf hier am 13. März ein. Die Abweichung rührt von der Beſchaffenheit der äußerſt weitläufigen Rechnung her. Clairaut verbeſſerte ſie ſo weit, daß der Fehler nur 22 Tage auf eine Umlaufszeit von 28070 Tagen betrug. Dieſe Umlaufszeit giebt die mittlere Entfernung des Kometen $18\frac{5}{66}$ Halbmeſſer der Erdbahn. Die kleinſte Entfernung in der Sonnenähre iſt $\frac{7}{12}$, die größte folglich $35\frac{1}{2}$, faſt doppelt ſo groß, als der Abſtand des Uranus. Dieſer Komet entfernt ſich unter den bisher bekannt gewordenen am wenigſten von der Sonne in dem größten Abſtande.

Die Umlaufszeit des Kometen von 1680 iſt nach Euler 171 Jahre; er würde alſo um 1851 zu erwarten ſeyn. Halley ſetzt zwar ſeine Wiederkunft erſt auf das Jahr 2254. Die Bahn des großen Kometen von 1744, deſſen kleinſter Abſtand von der Sonne 222 der obigen Theile war, wich ſo wenig von der Parabel ab, daß ſein Umlauf viele Jahrhunderte dauern muß. Die Umlaufszeit des merkwürdigen Kometen von 1769 fällt nach den Berechnungen, zufolge der verſchiedenen Beobachtungen, ſehr ungleich aus, bald 449 Jahre, bald 519, ſogar auch 1231 Jahre. Der Komet von 1779 ſcheint 1150 Jahre zu ſeinem Laufe um die Sonne zu gebrauchen.

155. Die Planeten bewegen ſich alle von Abend gegen Morgen um die Sonne herum; die Kometen ſo gut nach der einen als nach der andern Gegend. Von 81 Kometen ſind 43 rechtläufig, und 38 rückläufig. — Die Planetenbahnen liegen faſt in derſelben Ebene;

die Kometenbahnen ſind auf die mannigfaltigſte Art um die Sonne gelegt. Einige kommen der Fläche der Ekliptik ziemlich nahe, andere ſtehen faſt ſenkrecht darauf. Von 81 Kometenbahnen ſind 37 unter einem kleinern Winkel als 45° gegen die Ekliptik geneigt, und 44 unter einem größern; nur 20 machen mit derſelben einen Winkel unter 30°. Von 18 Kometen, die innerhalb der Bahn des Merkurs ihren Weg um die Sonne nahmen, haben 16 ſehr große Neigungswinkel gehabt. Durch dieſe Beſchaffenheit der Lage wird der Fall, daß ein Komet und ein Planet ſich zu nahe kommen möchten, deſto weniger möglich, oder es iſt vielmehr alles darauf eingerichtet, daß er nie eintreten kann. Diejenigen Kometen, welche in ihrer kleinſten Entfernung von der Sonne ihr etwa ſo nahe kamen, als der Abſtand der Erde von derſelben iſt, hatten größtentheils beträchtliche Neigungswinkel der Bahnen. Die Durchſchnittslinien der Kometenbahnen mit der Ekliptik ſind nach allen Gegenden hin vertheilt. Die Kometen durchwandeln die großen Räume über und unter den planetariſchen Bahnen, welche die höchſte Macht nicht ungenutzt laſſen wollte, und ſchweifen weit über die äußerſte Planetenbahn hinaus. In dem Planetenſyſtem ſind ſieben Hauptkörper und vierzehn Nebenkörper. Die Zahl der Kometen wird vermuthlich nach Jahrhunderten noch nicht bekannt ſeyn. Vielleicht ſind ihrer einige Tauſende *). Welche Abänderung der Einrichtung gewiß nicht leerer Wohnplätze ſetzt dieſe große Anzahl voraus! Die Kometen ſind den größten Abwechſelungen der Hitze und Kälte, des Lichts und der Dunkelheit ausgeſetzt. Es ſcheint daher, daß die Geſchöpfe auf ihnen Veränderungen erfahren müſſen, die dem Stande gegen die Sonne gemäß ſind, weit

*) Lambert, in ſeinen cosmologiſchen Briefen, bringt nach einem mäßigen Ueberſchlage an 4000 heraus.

weit größere als ein Theil der Gewächſe und einige Thiere bey uns im Winter und Sommer leiden. Oder vielleicht ſind die Kometen von einer mittlern Beſchaffenheit zwiſchen der Sonne und den Planeten. Sie mögen weniger abhängig von der Erleuchtung und Erwärmung der Sonne ſeyn, als dieſe, aber doch von Zeit zu Zeit bedürfen, an der Quelle des Lichts und der Wärme ſich zu erfriſchen. Die Atmoſphäre, die ſie umgiebt, und die, beſonders nach ihrer Rückkehr von der Sonne, als ein lichter Schweif erſcheint, mag etwas ähnliches mit der Lichtſphäre haben, die wir der Sonne beyzulegen nöthig fanden (80.) Wenn dieſe auf der langen Bahn, es ſey nun an Maſſe oder an Wirkſamkeit, geſchwächt wird, ſo wird ſie bey der Annäherung des Kometen zur Sonne wieder erneuert. Nach der verſchiedenen Beſchaffenheit jedes Kometen taucht ſich der eine tiefer, der andere flächer in das Sonnenbad ein. Einige mögen hier eine ſolche Selbſtſtändigkeit erhalten, daß ſie eine Reiſe nach dem Gebiete anderer Sonnen zu unternehmen im Stande ſind. Vielleicht waren die durch ihre große Lichtſphäre ausgezeichneten Kometen Fremdlinge, die von andern Sonnen her einen Weg von vielen tauſend Jahren zu der unſrigen gemacht hatten. Aber welche Einbildungskraft vermag der wundervoll verſchlungenen Kette der Weſen nachzuſpüren!

VII. Meſſung des Abſtandes der Erde von der Sonne, des Sonnenkörpers und der Planetenkörper.

156. Erſt ſeit dem Jahre 1769 hat man die Entfernung der Erde von der Sonne mit hinlänglicher Genauigkeit erfahren. Ptolemäus und ältere Aſtronomen beſtimmten aus der beobachteten Größe des Erdſchat-

ſchattens bey Mondsfinſterniſſen die Entfernung der Sonne von der Erde auf 1210 Erdhalbmeſſer. Ein anderer alter Aſtronom maß den Winkelabſtand des Mondes von der Sonne zu der Zeit, da jener genau halb erleuchtet ſchien, und ſchloß daraus, daß die Entfernung der Sonne zwiſchen 18 und 20mahl größer wäre, als die Entfernung des Mondes, folglich wenn letztere auf 59 Erdhalbmeſſer geſetzt wird, zwiſchen 1062 und 1180 Erdhalbmeſſer fiele. Den Durchmeſſer der Sonne gab er aber nur 6 bis 7mahl ſo groß an, als den der Erde. Dieſe Mittel ſind ganz unſicher. Weil die Entfernung der Sonne zu groß iſt, ſo kann man ihre Parallaxe (101.) nicht unmittelbar beobachten, ſondern man muß ſie aus der Parallaxe eines nähern Planeten, des Mars oder der Venus, ſchließen. Zu dem Ende hat man mehrmahls den Mars nahe bey der Oppoſition beobachtet (105.), da er uns um mehr als die Hälfte näher iſt als die Sonne, ſeine Parallaxe geſucht, und daraus ſeine Entfernung in Halbmeſſern der Erde berechnet. Da man ihr Verhältniß zu dem Abſtande der Sonne aus der Kenntniß der Bahnen weiß, ſo ließ ſich auch die Parallaxe der Sonne finden, welche etwa 10 Sec. ausfiel. Aus dieſer folgt der Abſtand der Sonne 20626 Erdhalbmeſſer (Geom. 230.). Allein auch dieſe Beobachtungen ſind nicht entſcheidend.

157. Darum erwarteten die Aſtronomen mit Verlangen den Durchgang der Venus durch die Sonne am 6. Jun. 1761, welcher die wichtige Frage entſcheiden ſollte. Es blieb aber auch hier noch eine Abweichung der Reſultate, welche zwiſchen 8 und $10\frac{1}{2}$ Sec. fielen. Das Mittel war etwa 9 Sec., und die mittlere Entfernung der Sonne 22918 Erdhalbmeſſer.

158.

158. Glücklicherweiſe folgte ein noch vortheilhafterer Durchgang am 3. Jun. 1769. Die Reſultate waren diesmahl nur um einige Zehntheile einer Secunde verſchieden. Die Horizontalparallaxe der Sonne in der mittlern Entfernung ſcheint nach den genaueſten Unterſuchungen $8\frac{6}{10}$ Sec. zu ſeyn, alſo iſt dieſe Entfernung 23984 mittlere Erdhalbmeſſer. Dieſe große Weite beträgt alſo in einer runden Zahl 24 Millionen Meilen, deren 1000 auf den Halbmeſſer der Erde gehen. Eine Kanonenkugel, die 1000 Fuß in einer Secunde durchläuft, würde 15 Jahre Zeit gebrauchen, dieſe Weite zurückzulegen.

159. Zur Erläuterung dieſer Unterſuchung, die mehrere koſtbare Reiſen veranlaßt hat, diene folgender Abriß der Methode, aus dem Durchgange der Venus die Sonnenparallaxe zu finden. Es ſey (Fig. 22.) S der Mittelpunct der Sonne, AB ihr Durchſchnitt mit der Ekliptik; Vv ein Stück der Venusbahn, die wir hier in die Fläche der Erdbahn fallen laſſen; CDE der Durchſchnitt des Erdkörpers mit der Ekliptik, der ſich nach der Ordnung der Buchſtaben herumdreht; P der gegen die Sonne liegende Nordpol der Erde; GH ein Stück des Parallelkreiſes eines ſüdlichen Beobachters, der den Antritt der Venus an die Sonne bey A Vormittags in G, den Austritt bey B Nachmittags in H ſieht; IK ein Bogen des Parallelkreiſes eines nördlichen Beobachters, der den Antritt des Abends in I, den Austritt des folgenden Morgens in K ſieht. Jener ſieht den ganzen Durchgang der Venus durch die Sonnenſcheibe, dieſer nur den Anfang und das Ende, weil er in der Zwiſchenzeit auf der dunkeln Hälfte der Erde DEC ſich befindet. Man ziehe an den öſtlichen Rand der Sonne die Berührungslinien GA, IA, welche die Venusbahn jene in M, dieſe in L ſchneiden; und an den

den weſtlichen Rand die Berührungslinien HB, KB, welche die Venusbahn jene in N, dieſe in O treffen. Alle dieſe Linien ſehen wir hier als in der Erdbahn liegende an, oder nehmen vielmehr anſtatt derſelben ihre Projectionen auf die Ekliptik, das iſt, die Linien zwiſchen den Puncten, in welchen die Perpendikel von den Endpuncten jener die Ekliptik treffen. Der nördliche Beobachter ſieht den Antritt ſchon, wenn Venus in L iſt, der ſüdliche erſt, wenn ſie in M iſt; hingegen der nördliche den Austritt erſt, wenn Venus in O iſt, der ſüdliche ſchon, wenn ſie in N iſt. Jenem dauert alſo der Durchgang eine längere Zeit, als dieſem. Aus dem Unterſchiede der Zeiten des Antritts, wobey man aber den Unterſchied der Uhren (93.) abrechnen muß, kann man, mittelſt der Theorie des Laufs der Venus, den Bogen LM oder den Winkel, den ſie unterdeſſen an der Sonne beſchrieben hat, ſehr genau angeben, das iſt, den Winkel LAM, welcher ihm faſt gleich iſt. Die Entfernung der Punkte G, I, wo die Beobachter zu den Zeiten des jedesmahligen Antritts ſich befanden, kann man aus der geographiſchen Lage der Örter wiſſen. Nun muß man noch in dem Dreyecke AIG den Winkel bey I ſuchen. Dieſer iſt der Unterſchied der Winkel, welche die Linien AI und IG mit dem Meridian PI machen. Von G ſtelle man ſich ein Perpendikel auf AI vor, ſo wird dieſes aus GI durch den Sinus des Winkels AIG gefunden (Geom. 230.). Da man nun weiß, unter welchem Winkel GAI dieſes bekannt gewordene Perpendikel von der Sonne aus geſehen wird, ſo kann man daraus berechnen, unter welchem Winkel der Halbmeſſer der Erde geſehen werde, das iſt die Parallaxe der Sonne für die Zeit der Beobachtung. Aus dem Verhältniſſe der damahligen Entfernung von der Erde kann man endlich ihre Parallaxe in der mittlern Entfernung berechnen. Den Unterſchied

ſchied der Zeiten des Austritts kann man auf eben die Art gebrauchen, und beide Reſultate gegen einander halten. Oder noch beſſer nimmt man die Summe der von G auf AI und von H auf BK gefällten Perpendikel, ſo wie auch die Summe der Winkel GAI und HBK, und leitet daraus die Parallaxe ſo her, wie aus den einzelnen Perpendikeln. Die Summe der Winkel bey A und B wird aus der Summe der Bogen LM und NO gefunden, und dieſe letztere Summe iſt der Bogen, welchen die Venus in der Zeit beſchreibt, um welche die Dauer des Durchganges in I oder K größer iſt, als in G oder H. Hiebey braucht man den Unterſchied der Uhren oder der Länge an den beiden Beobachtungsörtern nicht ſo äußerſt ſcharf zu wiſſen, als es bey einem einzelnen Paare von Beobachtungen nöthig iſt, und ſich nicht mit Zuverläſſigkeit wohl erhalten läßt. — Übrigens iſt die ganz ſcharfe Rechnung ſehr mühſam.

160. Der Durchmeſſer der Sonne erſcheint uns in ihrer mittlern Entfernung unter einem Winkel von 31′ 57″; der Durchmeſſer unſerer Erde einem Beobachter auf der Sonne unter einem Winkel von 17″, 2. Die wahren Durchmeſſer beider Körper verhalten ſich daher wie dieſe Winkel, oder wie 111 zu 1. Die Sonne iſt alſo $1\frac{3}{8}$ Millionmahl größer an körperlichem Inhalte als die Erde. Man ſtelle ſich eine Kugel um die Erde vor, die bis an den Mond reichte, ſo wäre dieſe, wenn der Mond 60 Erdhalbmeſſer von uns ſteht, 216000mahl größer als die Erde, aber doch noch $6\frac{1}{3}$mahl kleiner als die Sonne.

161. Man hat vermittelſt eines Mikrometers die ſcheinbare Größe der Planeten, das iſt, den Winkel, unter welchem ſie erſcheinen, beobachtet, und daraus berechnet, wie groß ſie in der mittlern Entfernung der Sonne

Sonne von uns erſcheinen würden. Die ſcheinbaren Größen verhalten ſich nämlich umgekehrt wie die Entfernungen, deren Verhältniß man weiß. Aus dieſen Winkeln und der Entfernung berechnet man leicht trigonometriſch die wahre Größe. Die Reſultate ſind in folgender Tafel enthalten.

	Scheinbarer Durchmeſſer in der mittlern Entf. ☉ von ♁.	Wahrer Durchmeſſer in aſtronomiſchen Meilen.	Körperlicher Inhalt.
Sonne	31′ 57″,00	222907	1384462
Merkur	6, 90	802	0,0646 oder $\frac{1}{15}$
Venus	16, 55	1924	0,8902 oder $\frac{73}{82}$
Erde	17, 20	2000	1
Mars	8, 94	1040	0,1406 oder $\frac{9}{64}$
Jupiter	3 6, 82	21723	1281
Saturn	2 51, 71	19960	995
Ring des Saturns	6 40, 65	46587	— —
Uranus	1 14, 52	8665	80
Mond	4, 70	546	0,0203 oder $\frac{1}{49}$

Dieſe Tafel iſt aus der dritten Ausgabe der Aſtronomie von de la Lande entlehnt. Der Durchmeſſer des Mondes iſt hier ein klein wenig größer als nach der Berechnung (104.) Die hier angeſetzten aſtronomiſchen Meilen (100.) dienen zur bequemern Vergleichung als die geographiſchen.

VIII. Berechnung und Zeichnung der Mond- und Sonnenfinſterniſſe.

162. Die genaue Erfüllung der aſtronomiſchen Vorherſagungen bey den Mond- und Sonnenfinſterniſſen

niſſen hat den Aſtronomen das größte Zutrauen erworben, ſogar daß man ehemahls die aſtrologiſchen Träume eben ſo ſehr für Orakelſprüche anſah, weil ſie ſich auf Aſtronomie zu gründen ſchienen. Die Möglichkeit dieſer Vorherſagungen will ich nun ſuchen begreiflich zu machen.

163. Es ſey S (Fig. 23.) der Mittelpunct der Sonne, ABCBA ihr Durchſchnitt; E der Mittelpunct der Erde, FDGDF ihr Durchſchnitt; BD ſey eine Berührungslinie an beiden Kreiſen, welche die Linie durch die Mittelpuncte SEH in H ſchneide. Man laſſe die ganze Figur ſich um die Linie SH drehen, ſo wird das Dreyeck DHE den Schattenkegel der Erde beſchreiben. In L gehe der Mond durch den Schatten. Man errichte daſelbſt die ſenkrechte LI, ſo beſchreibt dieſe bey der Umdrehung der Figur den Schattenkreis der Erde für die Stelle L.

Man ziehe noch BE und EI. Der Winkel BES iſt der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne; IEL des Erdſchattens; ferner EBD der ſcheinbare Halbmeſſer der Erde von der Sonne aus geſehen, oder die Parallaxe der Sonne, EID die Parallaxe des Mondes, alle bekannt. Nun iſt EHI der Unterſchied der Winkel BES und EBD; und IEL der Unterſchied der Winkel EID und EHI; alſo iſt der Winkel, unter welchem der Halbmeſſer des Erdſchattens erſcheint, leicht gefunden. Er iſt die Parallaxe des Mondes, vermindert um den Halbmeſſer der Sonne, und vergrößert um die Parallaxe der Sonne. Der größte ſcheinbare Halbmeſſer des Erdſchattens iſt alſo $61' 24'' - 15' 45'' + 9'' = 45' 48''$. Der kleinſte iſt $53' 48'' - 16' 3'' + 9'' = 37' 54''$; der mittlere $41' 51''$. Daher iſt keine Mondfinſterniß möglich, wenn im Vollmonde der Mittelpunct deſſelben über $62' 33''$ (die Summe des größten

Halb-

Halbmeſſers des Schattens und des Mondes) von der Ekliptik abſteht. Der größte Halbmeſſer des Mondes iſt nämlich 16′ 45″ (104.).

164. Man beſchreibt einen Kreis oder Halbkreis ADB (Fig. 24.), deſſen Halbmeſſer ſoviel Theile hält, als der Halbmeſſer des Erdſchattens Secunden. AB ſtellt einen Bogen der Ekliptik, C den Mittelpunct des Schattens, ADB den halben Erdſchatten vor. Man berechnet für einen Augenblick nahe vor dem Vollmonde den Ort des Mondes, das iſt, den Unterſchied der Länge von dem der Sonne entgegengeſetzten Puncte oder dem Mittelpuncte C, und ſeine Breite, trägt jene von C nach E nach dem verfertigten Maaßſtabe, und ſetzt in E die Breite EF ſenkrecht auf; desgleichen für eine gewiſſe Zeit, als eine Stunde nach dem Vollmonde, wiederum den Unterſchied der Länge des Mondes und der Sonne von C nach CG, und die Breite GH, zieht HF auf beiden Seiten verlängert, ſo hat man die ſcheinbare Laufbahn des Mondes, worauf HF die Größe des Weges iſt, welchen der Mond in dem Zwiſchenraume der beiden Zeiten beſchreibt. Man nimmt die Summe der Halbmeſſer des Erdſchattens und des Mondes, CI und CK, durchſchneidet damit von C aus die Linie HF in den Puncten I, K, als denjenigen, wo ſich die Verfinſterung anfängt und endigt. Man vergleicht FI und HK mit dem in der bekannten Zeit beſchriebenen Wege HF, ſo kann man die Zeiten angeben, zu welchen der Mond in I und K iſt. Zieht man das Perpendikel CL auf die Mondsbahn, ſo hat man den Punct der ſtärkſten Verfinſterung oder größten Einſenkung in den Schatten, und die Größe der Verfinſterung. Das Perpendikel CM auf AB giebt auf der Mondsbahn den Punct M, in welchem der Vollmond ſich ereignet. Die Größe der Verfinſterung pflegt man

in

in Zwölftheilen des Durchmeſſers des Mondes, welche man Zolle nennt, anzugeben.

165. Die Berechnung der Sonnenfinſterniſſe hat mehr Schwierigkeiten. Bey den Mondsfinſterniſſen gilt die Rechnung und Zeichnung, die für einen in den Mittelpunct der Erde geſetzten Beobachter gemacht iſt, auch für jeden Ort auf der Oberfläche, weil die Mondsfinſterniſſe wirkliche Finſterniſſe ſind. Die Sonne aber wird nicht ſelbſt verfinſtert, ſondern vielmehr die Erde durch den Schatten des Mondes, und jeder Ort hat ſeine eigene Erſcheinung, die von der für den Mittelpunct der Erde ſehr abgeht. Es ſtelle AB (Fig. 25.) einen Theil der Ekliptik vor, worauf in S der Mittelpunct der Sonne, für einen gewiſſen Augenblick um die Zeit der Verfinſterung iſt. Alsdenn ſey, und zwar für einen Beobachter in dem Mittelpuncte der Erde, der Mond in L. Dieſe Stelle muß aus den aſtronomiſchen Tafeln berechnet werden, oder man muß den Unterſchied der Länge des Mondes und der Sonne, SC, und die Breite des Mondes CL, für eine gewiſſe Zeit, als eine Stunde vor der Conjunction oder dem Neumonde, ſuchen, und die Secundenzahl dieſer Bogen, nach einem hinlänglich großen Maaßſtabe auftragen. Man berechne ferner für eine gewiſſe Zeit nach der Conjunction, als eine Stunde, wiederum den Unterſchied der Länge beider Körper, SD, und die Breite DM, für den Mittelpunct der Erde, trage ſie nach SD und DM auf, und ziehe LM, ſo iſt dieſe die relative Bahn des Mondes in Abſicht auf die Sonne, die nun als unverrückt in der Ekliptik angeſehen wird. Der Beobachter auf der Oberfläche der Erde ſieht den Mond, wegen der Parallaxe (101.), niedriger. Es ſey ZF ein Bogen eines Verticalkreiſes durch L; ZG ein ſolcher durch M. Die Lage dieſer Kreiſe läßt ſich ſowohl durch Zeichnung als durch Rech-

nung finden. Der Mond erſcheine auf jenem um den Bogen LN, auf dieſem um MO niedriger, ſo beſchreibt er für den Beobachter auf der Oberfläche der Erde den relativen Weg NO in Abſicht auf die unverrückte Sonne. Man durchſchneide von S aus mit der Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne und des Mondes dieſe Bahn NO in H und I, ſo hat man die Puncte, wo der Mond ſich bey dem Anfange und Ende der Verfinſterung befindet. Die Vergleichung der Wege NH, NI mit dem Wege NO (in zwey Stunden) giebt die Zeit des Antritts und Austritts. Zieht man SK ſenkrecht auf NO, ſo iſt K der Ort des Mondes zur Zeit der größten Verfinſterung der Sonne. Beſchreibt man um K mit dem ſcheinbaren Halbmeſſer des Mondes einen Kreis, und um S mit dem der Sonne, ſo ſchneidet jener auf dieſem das größte verfinſterte Stück der Sonnenſcheibe ab.

Man macht auch perſpectiviſche Zeichnungen der Erdfinſterniſſe, wobey eine Ebene durch den Mond zur Tafel dient, die Erde darauf zu entwerfen.

Die Spitze des Schattenkegels des Mondes fällt, in den mittlern Entfernungen der Sonne, der Erde und des Mondes, dieſſeits der Erdfläche, noch um $\frac{1}{8}$ Halbmeſſer des Äquators von derſelben; ja ſie kann bis über 5 Halbmeſſer von der Erdfläche abſtehen. Wenn die Spitze des Schattenkegels die Erde nicht erreicht, ſo iſt eine ringförmige Sonnenfinſterniß möglich. Fällt der Mondsſchatten auf die Erdfläche, ſo ereignet ſich in den Gegenden, wo der Schatten ſie trifft, eine totale Sonnenfinſterniß. Die Schattenſpitze kann $3\frac{4}{7}$ Halbmeſſer des Äquators über den Mittelpunct hinaus fallen, und in dieſem äußerſten Falle würde ein Raum von 36 Meilen im Durchmeſſer auf dem Äquator von dem Schatten bedeckt werden.

166.

166. Der Mond bedeckt nicht ſelten Fixſterne, auch wohl Planeten. Doch ſind die Bedeckungen der Fixſterne nicht ſo häufig, als man dem erſten Anblicke nach glauben ſollte. Denn es ſind nur etwa 180 Sterne von der erſten bis zur fünften Größe, welche von dem Monde überhaupt getroffen werden können, und für einen beſtimmten Ort der Erde nur 7 bis 8 Sterne in Zeit von einem Monat. Einen Stern, der an einem Orte bedeckt wird, kann an einem andern Orte der Mond vorbeygehen, oder wenn er ihn bedeckt, geſchiehts unter andern Umſtänden, denn die Parallaxe ändert den ſcheinbaren Lauf des Mondes gar ſehr. Die Bedeckungen können auf eine ähnliche Art wie die Sonnenfinſterniſſe berechnet werden. Man gebraucht die Bedeckungen, wie die Monds- und Sonnenfinſterniſſe, zur Erfindung der Länge der Örter, nur daß bey ihnen, wie bey den Sonnenfinſterniſſen, der Unterſchied der Zeit, wegen der Parallaxe, eine nicht leicht zu berechnende Reduction erfordert.

IX. Gleichung der Zeit.

167. Da die Sonne jeden Tag nicht gleich viel am Himmel fortrückt, ſo ſind die natürlichen Tage etwas ungleich. Außerdem rückt ſie auch gegen den Äquator mehr oder weniger ſchief fort, eine neue Urſache der Ungleichheit der Tage. Es ſtelle AQ (Fig. 26.) ein Stück des Äquators, AB der Ekliptik vor. Die Sonne ſey zu Mittage in S, ihre Breite SE, und E der Punct des Äquators, der mit ihr zugleich im Meridiane iſt. Den folgenden Mittag ſey ſie in s, und e ſey der Punct des Äquators, der zugleich durch den Meridian geht. Von dem erſten Mittage bis dahin, daß E wieder in den Meridian kömmt, verfließt eine Umdrehung des Himmels, ein Sterntag (23.); aber

bis zum zweyten Mittage muß ſich noch der Bogen des Äquators Ee durchſchieben. Rückte die Sonne auch alle Tage um denſelben Bogen Ss fort, ſo würde doch der dazu gehörige des Äquators Ee nicht derſelbe ſeyn. Denn um die Sonnenſtillſtände ſind Ss und Ee faſt gleich, um die Nachtgleichen merklich unterſchieden. Folglich wären auch darum die natürlichen Tage einander ungleich. Denn wegen der gleichförmigen Umdrehung der Erde oder des Himmels ſchieben ſich ungleiche Bogen des Äquators allemahl in ungleichen Zeiten durch. Da nun die Ungleichheit der Bogen Ss noch hinzukömmt, ſo werden aus beiden Urſachen die Ungleichheiten der Tage bisweilen größer, bisweilen kleiner, nachdem ſie auf einerley oder entgegen geſetzte Art ſich zu einander geſellen.

168. Man ſtelle ſich einen Körper, eine zweyte Sonne vor, die längs dem Äquator mit gleichförmigem Gange in eben der Zeit eines Jahrs herumkäme, als die Sonne auf der Ekliptik. Rechnete man nach dieſer erdichteten Sonne die Tage, ſo würden ſie alle gleich lang, und genau das Mittel von allen natürlichen wahren Tagen ſeyn. Man ſetze, eine völlig gleichförmig gehende Uhr ſey nach dieſer erdichteten Sonne geſtellt, ſo wird dieſe die **mittlere Zeit** weiſen, welcher die **wahre Zeit**, nach der wirklichen Sonne, bald vorauseilen, bald nachbleiben wird. Nach der mittlern Zeit werden alle aſtronomiſche Rechnungen gemacht, weil ſie gleichförmig fortgeht. Eigentlich ſollte ſie die wahre Zeit heißen. Den Unterſchied der mittlern und der wahren Zeit nennt man die **Gleichung der Zeit**. Im gemeinen Leben müſſen die Uhren nach der mittlern Zeit geſtellt werden. Die Uhr kann richtig gehen, wenn ſie gleich von der Sonne abweicht. Da man in den Kalendern häufig Tabellen über die

Glei-

Gleichung der Zeit antrifft, ſo folgt hier nur die Angabe der Übereinſtimmung und der gröſsten Abweichung.

Der wahre Mittag ereignet ſich nach der mittlern Zeit im Jahr 1793

10. Febr. um 12 U. 14′ 39″		25. Jul. um 12 U. 6′ 3″	
14. April — 12	0 6	31. Aug. — 11	59 54
14. May — 11	56 . 1	2. Nov. — 11	43 45
15. Jun. — 12	0 5	23. Dec. — 11	59 50

In andern Jahren iſt die Gleichung um dieſelbe Zeit bis auf eine unbeträchtliche Kleinigkeit dieſelbe. In der Folge mehrerer Jahre äuſsert ſich wegen des Fortrückens der Nachtgleichen und der Sonnenferne ein Unterſchied.

Der längſte natürliche Tag fällt auf den 20ſten und 21. December, welcher 30 Sec. länger iſt als der mittlere Tag.

X. Geſchwindigkeit des Lichts. Abirrung der Fixſterne.

169. Die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten haben uns die wichtige Wahrheit gelehrt, daſs die Geſchwindigkeit des Lichts zwar unbegreiflich groſs, aber doch meſsbar iſt. Als man von dem Laufe dieſer Trabanten ſchon hinlänglich unterrichtet war, um ihre Verfinſterungen mit Gewiſsheit vorherſagen zu können, äuſserte ſich doch ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen der beobachteten und berechneten Zeit der Eintritte und Austritte. Dieſe treffen immer deſto ſpäter ein, je weiter die Erde vom Jupiter abſteht, die in der mittlern Entfernung des Jupiters von der Erde beobachteten um 8 Min. 7 Sec. ſpäter als die in der Oppoſition, wo Jupiter uns um einen Halbmeſ-

ſer unſerer Erdbahn näher iſt als dort. Das Licht braucht alſo eine gewiſſe Zeit, einen ſo beträchtlichen Weg, wie dieſer Halbmeſſer iſt, zurückzulegen. Denn wenn uns ein Licht nicht in demſelben Augenblicke ſichtbar wird, da es entſteht, ſo werden wir den aus dem Schatten tretenden Trabanten noch nicht ſehen, ob er gleich ſchon wieder erleuchtet iſt, und auf der andern Seite werden die letzten Strahlen des in den Schatten ſich eintauchenden Trabanten erſt zu uns gelangen, wenn er ſchon einige Zeit verfinſtert iſt. Dieſe Erklärung hat Römer, ein däniſcher Aſtronom zu Paris, im J. 1675 gegeben.

170. Da der Halbmeſſer der Erdbahn 24000 Erdhalbmeſſer beträgt (158.), welchen nach obigem das Licht in 487 Sec. zurücklegt, ſo durchläuft das Licht in einer Secunde den gewaltigen Weg von 49 Halbmeſſern des Erdkörpers, oder 49280 aſtronomiſchen Meilen (100.). Der Schall durchzittert in einer Secunde einen Weg von 1042 Pariſer Fuß (Naturl. 574.). Das Licht geht daher 930000mahl geſchwinder als der Schall.

171. Wir wollen die Entfernung des nächſten Fixſterns nur zu 10000 Millionen Erdhalbmeſſer anſetzen (124.), ſo gebrauchte das Licht auf dem Wege von ihm zu uns 204 Millionen Zeitſecunden, oder weil ein Jahr etwa $31\frac{1}{2}$ Millionen Secunden enthält, $6\frac{1}{2}$ Jahre. Kleiner dürfen wir den Maaßſtab zur Ausmeſſung des Weltſyſtems nicht annehmen, als eine Länge, worauf das Licht $6\frac{1}{2}$ Jahre Zeit gebraucht. Wenn ein Stern von der 10ten Größe 10mahl entfernter iſt als der nächſte Fixſtern von der erſten, ſo würde das Licht, welches vor 65 Jahren von einem ſolchen Sterne ausgegangen iſt, erſt jetzt bey uns anlangen. Setzen wir das nächſte Sternſyſtem nur

1000mahl weiter als einen Stern der 10ten Größe, ſo würde das Licht von demſelben 65000 Jahre Zeit gebrauchen, um uns zu erreichen. War die Erſcheinung des hellen Sterns in der Caſſiopeia (39.) eine Begebenheit, die ſich in einem andern Sternſyſteme zutrug, ſo mag ſie vor vielen 1000 Jahren geſchehen ſeyn.

172. Die allmählige Fortpflanzung des Lichts iſt in der Folge durch Beobachtungen beſtätiget, welche dem erſten Anblicke nach nichts damit zu thun zu haben ſcheinen. Im Jahr 1725 beobachtete Bradley, ein engliſcher Aſtronom, daß der Ort eines gewiſſen Sterns veränderlich war, und um einen Mittelpunct eine kleine Ellipſe jährlich zu beſchreiben ſchien. Andere Sterne, fand er, beſchreiben auch Ellipſen, deren große Axe unter einem Winkel von 40 Sec. erſcheint, und die, je näher der Stern dem Pole der Ekliptik ſteht, deſto mehr ſich einem Kreiſe nähern. Es fiel ihm anfangs ſchwer, die Urſache dieſer Erſcheinung anzugeben, die eine Parallaxe der Sterne ſo wenig begünſtigte, daß ſie ihr vielmehr zuwider war. Endlich fiel er auf die allmählige Fortpflanzung des Lichts. Das Licht beſchreibt den Halbmeſſer der Erde in 8 Minuten 7 Sec., die Erde in dieſer Zeit einen Bogen von 20 Sec. Beide Geſchwindigkeiten laſſen ſich noch mit einander vergleichen, obgleich letztere weit kleiner iſt, als jene, in dem Verhältniſſe von 1 zu 10313. Nun ſey (Fig. 27.) AB ein Stück der Erdbahn; in einer ſehr weiten Entfernung BS ein Stern, von dem das Licht in B mit der Erde zugleich ankömmt. Man nehme AB willkührlich an, und BC 10313mahl größer, ſo iſt der Lichtſtrahl, welchen die Erde in B erhält, zu der Zeit, da ſie in A iſt, in dem Puncte C. Man laſſe die Linie AC ſich ſelbſt parallel mit der Erde fortrücken, ſo gleitet der Lichtſtrahl zugleich an ihr herun-

ter, indem er auf CB fortgeht, und das Auge erhält ihn in B nicht nach der Richtung CB, ſondern nach der mit AC parallelen DB. Denn es werde in A ein Fernrohr nach dem Sterne gerichtet, in welches der Lichtſtrahl bey C tritt, ſo muß dieſes längs AB ſich ſelbſt parallel fortrückende Rohr die Richtung AC haben, damit der Strahl nicht von der Axe deſſelben abweiche. Die Länge des Rohrs iſt freylich gegen die Geſchwindigkeit des Lichts ſo gut als unendlich klein, aber die Geſchwindigkeit des Rohrs iſt mit letzterer vergleichbar. Das Auge empfängt nun in B den Strahl durch das nach BD gerichtete Rohr, und muß den Ort des Sterns auf BD nach d hinausſetzen. Es ſieht alſo den Stern um den Winkel SBd von ſeinem wahren Orte entfernt. Dieſer Winkel iſt am größten, wenn die Richtung des Laufs der Erde ſenkrecht auf SB ſteht, und iſt in dieſem Falle 20 Sec. auf einer oder der andern Seite von SB, nach dem ſich die Erde von B nach A, oder von A nach B bewegt. Iſt SBA ſpitz oder ſtumpf, ſo iſt der Abweichungswinkel kleiner als 20 Sec. Daher ſcheinen die Sterne eine Ellipſe um ihren wahren Ort zu beſchreiben, deren halbe große Axe 20 Sec. groß erſcheint. So ward dieſe merkwürdige Erſcheinung, welche man die **Abirrung** (Aberration) des **Lichts** nennt, glücklich erklärt. Sie iſt eine nothwendige Folge der allmähligen Fortpflanzung des Lichts und der Bewegung der Erde, die dadurch auf das vollkommenſte beſtätigt wird.

Drit-

Dritter Abſchnitt.

Die phyſiſche Aſtronomie.

173. Die Aſtronomie hat uns bisher auf eine ganz ausnehmende Art den Zuſammenhang mannigfaltiger Erſcheinungen wahrnehmen laſſen. Das wichtigſte iſt noch zurück, die Bewegung der Himmelskörper aus mechaniſchen Geſetzen zu erklären und zu beſtimmen. Dieſes leiſtet die phyſiſche Aſtronomie. Ihre Lehren ſind, nach den Begriffen von dem großen Urheber der Schöpfung ſelbſt, die erhabenſten aller menſchlichen Kenntniſſe; freylich nur wenigen ganz begreiflich. Auch iſt es mir nicht erlaubt, mehr als den Zipfel des Vorhanges vor dieſem Heiligthume wegzuziehen.

174. Ein Körper A (Fig. 28.) beſchreibe um einen andern S einen Kreis oder ſonſt eine Figur. Mit der Geſchwindigkeit, die er in A hat, ſucht er, durch ſein Beharrungsvermögen (Naturl. 11.), nach der geraden Linie AE, der berührenden in A, fortzugehen, und ſich von S zu entfernen, wenn der Winkel SAB ein Rechter oder ſtumpf iſt. Es treibe ihn aber zugleich eine Kraft nach S, ſo entſteht eine zuſammengeſetzte Bewegung (Naturl. 25.), vermittelſt welcher er den Bogen AD beſchreibt. Die Zeit ſey ſo klein, daß der Bogen AD für eine gerade Linie gelten könne, ſo iſt AD die Diagonale eines Parallelogramms ABCD, deſſen eine Seite AB der Weg iſt, welchen der Körper ohne die Einwirkung der Kraft nach S in dem Zeittheilchen beſchreiben würde, und die andere AC der Raum, um welchen er in eben der Zeit nach S hin fallen würde. Die Kraft, welche den Körper im-

merfort nach S treibt, heißt die Centripetalkraft, und der Punct, in welchem man ſich die ganze Wirkſamkeit des Körpers S vereint gedenken kann, der Mittelpunct der Kraft. Wenn der Körper durch ſein Beharrungsvermögen, mit der Geſchwindigkeit, die er in A hat, ſich eben ſoviel von dem Mittelpuncte der Kraft S, nach der Richtung dieſer Kraft, entfernen würde, als die Kraft ihn nach S in eben der Zeit zu gehen nöthigt, und wenn dabey der Winkel SAB ein Rechter iſt, ſo beſchreibt der Körper um S einen Kreis, in welchem die Geſchwindigkeit unverändert bleibt. Es läßt ſich leicht zeigen, daß in dem Kreiſe das Quadrat der Geſchwindigkeit ſo groß iſt als das Product aus dem Durchmeſſer des Kreiſes, in den Weg, welchen er von A nach S in einer Secunde beſchreiben würde, wenn die Kraft auf eine ähnliche Art wie unſere Schwerkraft wirkt, es mag nun ſtärker oder ſchwächer geſchehen, und der Körper in A keine eigene Bewegung ſchon hat. Iſt das Quadrat der Geſchwindigkeit größer, als das gedachte Product, den rechten Winkel SAB beybehalten, wie in der Sonnennähe der Planetenbahnen, ſo entfernt ſich der Körper von dem Mittelpuncte der Kraft; in dem entgegengeſetzten Falle, in der Sonnenferne, nähert er ſich demſelben *).

175. Die Kraft nach S wirkt zwar unabläſſig fort; wir wollen aber doch zuerſt annehmen, ſie wirke nur

*) Man nennt zuweilen das Beharrungsvermögen des Körpers, ſo fern es den Abſtand deſſelben von dem Mittelpuncte der Kraft zu vergrößern ſtrebt, Schwungkraft oder Centrifugalkraft. Allein der Ausdruck Kraft iſt hier nicht paſſend. Wenn der Winkel SAB ſpitz iſt, ſo müßte man das Beharrungsvermögen eine Centripetalkraft nennen.

nur ſtoßweiſe bloß im Anfange jedes Zeittheilchens. Demnach ſey (Fig. 29. Tab. IX.) S der Mittelpunct der Kraft, nach welchem die äußere auf den Körper wirkende Kraft immer gerichtet iſt. Der Körper habe in A die Richtung AM, und ſuche in einem gewiſſen Zeittheilchen (einer Secunde oder Tertie oder noch kleinern) den Raum AM zu beſchreiben; zugleich aber nöthige ihn die äußere Kraft nach AS, um den Raum Aa ſich S zu nähern, wie ein geworfener Körper auf der Erde, indem er nach der Richtung des Wurfs fortgehen will, zugleich nach dem Mittelpuncte der Erde fallen muß. Er beſchreibt nun weder AM noch Aa, ſondern die Diagonale AB des Parallelogramms AaBM (Naturl. 25.). Man verlängere AB nach N, und nehme BN gleich AB, ſo ſucht der Körper in B ſeine Richtung und Geſchwindigkeit zu behalten. Jene fällt in BN; dieſe iſt der Raum AB, welchen der Körper in dem erſten Zeittheilchen wirklich beſchrieben hat, alſo BN. Die Centripetalkraft nöthige den Körper durch Bb zu fallen, ſo beſchreibt er die Diagonale BC des Parallelogramms BbCN, und ſeine Geſchwindigkeit in dem zweyten Zeittheilchen iſt BC. Nach der Richtung BC will er in dem dritten Zeittheilchen auf CO mit der Geſchwindigkeit CO oder BC fortgehen, wird hier aber genöthigt, die Diagonale CD des Parallelogramms CcDO zu beſchreiben, in welchem Cc die Wirkung der Centripetalkraft iſt. Auf eben dieſe Art beſchreibt er in dem vierten Zeittheichen die Diagonale DE des Parallelogramms DdEP; in dem fünften die Diagonale EF des Pgrms EeFQ u. ſ. w. Die verlängerte Diagonale des vorhergehenden Pgrms wird immer die eine Seite des folgenden, deſſen andere Seite der Raum iſt, um welchen die äußere Kraft den Körper nach S zu fallen nöthigt.

Die Dreyecke zwiſchen den in gleichen Zeiten beſchriebenen Diagonalen und den Linien nach S *), als ASB, BSC, CSD, DSE, ESF, ſind einander gleich. Erſtlich ſind, wegen der gleichen Grundlinien AB, BN, die Dreyecke ASB, BSN gleich (Geom. 96.). Dem Dreyecke BSN iſt das BSC gleich, wegen der mit der gemeinſchaftlichen Seite BS parallelen NC, in welche die Spitzen N und C fallen (Geom. 96.). Daher iſt das Dreyeck BSC gleich dem ASB. Eben ſo iſt CSD gleich dem BSC, und DSE dem CSD u. ſ. f.

Man verkleinere die angenommenen gleichen Zeittheilchen immer mehr, laſſe ſie aber dennoch ſich unter einander gleich bleiben, ſo wird die Wirkung der Centripetalkraft immer unabläſſiger; die Anzahl der Diagonalen wird größer, ſie ſelbſt werden kleiner, und der gebrochene geradlinichte Weg ABCDEF nähert ſich immer mehr einer krummen Linie. Die in den gleichen Zeittheilchen beſchriebenen einzelnen Dreyecke bleiben ſich gleich, ſo wie auch die in einer gleichen Anzahl von Zeittheilchen um S beſchriebenen geradlinichten Flächenräume.

Die Centripetalkraft wirke nun völlig unabläſſig fort, ſo verwandelt ſich der gebrochene geradlinichte Weg in eine wahre krumme Linie; die in gleichen Zeiten beſchriebenen geradlinichten Flächenräume, wie z. E. ABCDSA und CDEFSC werden krummlinichte, zwiſchen den Bogen der krummen Bahn des Körpers, und den nach S durch die Endpuncte der Bogen gezogenen geraden Linien. Dieſe Flächenräume um den Mittelpunct der Kraft S ſind alſo gleich, wenn die dazu gehörigen Bogen von dem Körper in gleichen Zeiten beſchrieben werden.

176.

*) Radii vectores.

176. So iſt das erſte Kepleriſche Geſetz (144.) aus mechaniſchen Gründen erwieſen. Sind die Centripetalkräfte der Planeten nach der Sonne gerichtet, ſo müſſen ſie um dieſe in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume beſchreiben. Da ſie dieſes wirklich thun, ſo müſſen auch ihre Centripetalkräfte nach der Sonne gerichtet ſeyn. Dieſe iſt alſo der **Mittelpunct unſers Planetenſyſtems**, gegen welchen die großen Planetenkörper eine gleichartige Neigung der Schwere haben, wie die Körper auf unſerer Erde gegen den Mittelpunct derſelben, oder wie die Trabanten einiger Planeten gegen dieſe, um welche ſie gleichfalls in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume beſchreiben.

177. Was iſt aber das Geſetz der Centralkräfte, die auf die Planeten nach der Sonne hin wirken? Die Größe dieſer Kraft müſſen wir aus den Räumen ſchätzen, welche die Planeten in ſehr kleinen Zeittheilen nach der Sonne hin beſchreiben würden, wenn die Bewegung, welche ſie haben, ſie nicht einen andern Weg führte. Die Centripetalkraft gehört nämlich zu denjenigen, welche wir (Naturl. 53.) beſchleunigende Kräfte genannt haben. Laßt uns annehmen, die Bahnen der Planeten ſeyn Kreiſe, und die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten ſich der Beobachtung zufolge wie die Würfel der Halbmeſſer. Die Bahnen ſind zwar keine Kreiſe; allein da das Geſetz der Umlaufszeiten und der mittlern Entfernungen (147. ff.) durch die ſehr ungleichen Excentricitäten nicht geſtört wird, ſo würde eben das Geſetz Statt finden, wenn die Bahnen wirklich Kreiſe wären. Die Bahnen der Jupiters- und Saturnstrabanten kommen wirklich den Kreiſen ſehr nahe, ſo wie die Bahn der Venus und der Erde. Nun ſey (Fig. 28.) ADd die Kreisbahn eines Planeten um die Sonne S, und (Fig. 30.) FIK

ein Stück der Bahn eines andern um S; die Bogen AD, FI ſeyn in gleichen Zeiten beſchriebene, ſo ſind die Segmente AC, FH, welche durch die Perpendikel DC, IH von den Endpuncten der Bogen auf die Halbmeſſer AS, FS abgeſchnitten werden, die Räume, welche die Körper durch die Centripetalkraft beſchreiben. Je kleiner dieſe genommen werden, deſto genauer drücken ſie die Kräfte aus. Je kleiner ſie ſind, deſto näher kommt das Verhältniß AC : FH dem $\frac{AD^2}{2AS} : \frac{FI^2}{2FS}$, weil die Chorde ſich dem Bogen immer mehr nähert (Geom. 85. und 138.). Man nenne die Halbmeſſer r und R, die Geſchwindigkeiten v und V, die Umlaufszeiten t und T, ſo verhalten ſich $AD : FI = v : V = \frac{r}{t} : \frac{R}{T}$ *), alſo $AC : FH = \frac{r}{t^2} : \frac{R}{T^2}$. Nun iſt aber, zufolge der Erfahrung, $r^3 : R^3 = t^2 : T^2$, alſo iſt $AC : FH = \frac{1}{r^2} : \frac{1}{R^2}$, oder die **Centripetalkräfte verhalten ſich umgekehrt wie die Quadrate der Halbmeſſer.** Soviel größer das Quadrat der Entfernung, ſoviel kleiner iſt die Centripetal- oder Schwerkraft.

178. So ſind wir durch das zweyte Kepleriſche Geſetz (147.) auf das Geſetz der Schwerkräfte der Planeten gegen die Sonne geleitet. Die wichtige Entdeckung dieſes Geſetzes, welches alle himmliſche Bewegungen, ſelbſt die verwickeltſten, regiert, haben wir dem großen Newton zu danken. Den Satz, der

*) Die Geſchwindigkeiten verhalten ſich wie die Wege dividirt durch die Zeiten (Naturl. 23.), hier wie die Peripherieen der Kreiſe dividirt durch die Umlaufszeiten. Jene verhalten ſich wie die Halbmeſſer.

der hier nur für Kreiſe bewieſen iſt, bewies er auch für elliptiſche Bahnen, in deren einem Brennpuncte die Sonne iſt. In dieſen verhalten ſich die Centripetalkräfte nothwendig umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen von der Sonne, und die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der mittlern Entfernungen oder der großen Axen. — Umgekehrt folgt auch aus jenem Geſetze der Schwerkräfte, daß die Bahnen der Planeten Ellipſen ſeyn müſſen, in deren einem Brennpuncte die Sonne als der Mittelpunct der Kraft iſt. Unter gewiſſen Umſtänden könnte die Bahn eines Kometen auch einer der andern Kegelſchnitte, eine Hyperbel oder Parabel ſeyn.

179. Die Schwerkräfte der Trabanten des Jupiters, des Saturns und des Uranus verhalten ſich ebenfalls umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von ihren regierenden Planeten, weil für ſie die Kepleriſche Proportion auch Statt findet. Hätten wir zwey Monde, ſo würden wir eben daſſelbe beobachten. Wir können aber auch aus der Bewegung unſers einzelnen Mondes die Größe der Kraft erfahren, womit er zur Erde gehalten wird. Es iſt ſchon in der Naturlehre (147.) dieſe Rechnung vorläufig angeſtellt. Hier wollen wir ſie, wegen ihrer Wichtigkeit, genauer machen. Die Entfernung des Mondes und der Erde iſt veränderlich, daher auch die Kraft, mit welcher ſie gegenſeitig auf einander wirken. Die Sonne wirkt auf beide, aber etwas ungleich, und vermindert meiſtens die Schwere der beiden Körper gegen einander. Man kann aber doch einen Kreis annehmen, welcher in derſelben Umlaufszeit, als die mittlere des Mondes iſt, durch eine unveränderliche Schwerkraft von dem Monde um die Erde beſchrieben würde. Der Halbmeſſer dieſes Kreiſes iſt nur nicht der arithmetiſch mittlere

lere zwiſchen dem größten und kleinſten Abſtande (103.), oder 59,782 Halbmeſſer des Äquators, ſondern ein wenig größer, nämlich 60,218. Der Halbmeſſer des Äquators hält 3279991 Toiſen (97.). Man berechne aus dieſem Halbmeſſer SA (Fig. 28.) den Umfang des Kreiſes, und theile ihn durch die Zahl der Minuten eines mittlern periodiſchen Monats, nämlich 39343 (49.), ſo erhält man den Bogen AD, als den Weg in einer Minute *). Das Quadrat deſſelben, dividirt durch den Durchmeſſer, giebt die Sagitta AC, oder die Fallhöhe des Mondes gegen die Erde in einer Minute. Dieſe iſt 15,1127 Pariſer Fuß.

Ferner iſt die Länge des Secundenpendels auf dem Äquator an der Meeresfläche 36 Zoll 7,21 Lin. und die Fallhöhe in einer Secunde daſelbſt 15,0515 Fuß oder 15 F. 7,4 Lin. Weil der Umſchwung der Erde die Schwere vermindert, ſo würde beides auf der unbewegten Erde etwas größer ſeyn, die Pendellänge 3,0607 Fuß, die Fallhöhe 15,1038 Fuß. Verhält ſich die Schwere umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung, ſo iſt die Fallhöhe mit dem Quadrate von 60,218 zu dividiren, um dieſelbe für dieſe Entfernung des Mondes zu erhalten. Die Fallhöhe in einer Minute oder 60 Secunden iſt 3600 mahl größer, als die in einer Secunde (Naturl. 46.); ſie iſt alſo 14,995 Fuß; kleiner als die gefundene Fallhöhe des Mondes. Aber wegen der Mitwirkung des Mondes zu ſeinem Falle gegen die Erde iſt die zuletzt berechnete Höhe etwa in dem Verhältniſſe 75:76 zu vergrößern; wegen der Wirkung der Sonne in dem Ver-

hält-

*) Kürzer: Man multiplicirt den Umfang des Kreiſes mit der Zahl 3,14159... (Geom. 164.), und dividirt mit dem Quadrate der Zeit, ſo hat man AC. Die Rechnung iſt durch Logarithmen ſehr leicht. Der Logarithme jener Zahl iſt 0,4971499.

hältniſſe 358 : 357 zu vermindern, wodurch ſie 15,1520 Fuß wird. Dieſes iſt etwas mehr als die wirkliche 15,1127, aber nur um $\frac{1}{384}$. Die Figur und innere Beſchaffenheit der Erde hat auf die Pendellänge und Fallhöhe einen Einfluß; in Abſicht auf den Mond aber iſt die Erde als eine gleichartige Kugel anzuſehen. Folglich ſind wir berechtigt zu behaupten, daß die Kraft, welche den Mond bey der Erde hält, eben die Schwerkraft iſt, welcher die Körper auf der Erde gehorchen müſſen, deren Wirkung aber in dem umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung vermindert worden.

180. Dieſe unſere Schwere iſt alſo eine durch unſer ganzes Planeten- und Kometenſyſtem, und gewiß auch durch den ganzen Weltbau verbreitete Kraft. Denn wir ſehen, daß die Kräfte, welche die Planeten bey der Sonne erhalten, ſich nach demſelben Geſetze richten, welches wir an dem Monde und den Körpern auf unſerer Erde beobachten. Die Kometen beſchreiben ihre Bahnen nach denſelben Geſetzen, wie die Planeten die ihrigen. Sie gehorchen alſo auch derſelben Kraft. Die Fixſterne ſind in ſo unermeßlichen Entfernungen aus einander geſetzt, damit ihre Schwerkräfte gegen einander faſt unmerklich werden möchten. Eine kleine Wirkung äußern ſie doch auf einander. Denn man hat an mehrern Sternen Veränderungen des Orts bemerkt (40.), die theils ihrer eigenen Bewegung, theils einer Verrückung unſerer Sonne zuzuſchreiben ſind. Die Beobachtungen künftiger Zeiten können hierüber erſt mehr Aufſchlüſſe geben. Es iſt bemerkt, daß auf einer Seite des Himmels, in einem Zeitraume von theils 44, theils 50 Jahren, 21 Sterne ſich von Morgen gegen Abend, oder rückwärts, zuſammen um 429″, bewegt

haben, aber nur 6 Sterne vorwärts, zuſammen um 29″. Auf der andern Seite des Himmels finden ſich 29 Sterne, die ſich vorwärts bewegt haben, zuſammen um 402″, und 23 Sterne, die rückwärts gegangen ſind, zuſammen aber nur um 157″. Hieraus iſt zu ſchließen, daß unſere Sonne mit ihrem ganzen Gefolge von Planeten und Kometen eine Bewegung habe, ſo daß jene Seite des Himmels rechter Hand, dieſe linker Hand liegt. Die Gegend des Himmels, nach welcher ſich die Sonne bewegt, möchte diejenige ſeyn, wo Herkules und die nordliche Krone ſtehen. Aus einigen Umſtänden vermuthet Herſchel, daß die Richtung ihrer Bewegung nach dem Sterne λ des Herkules oder da herum laufe. Wenn unſere Sonne eine eigene Bewegung hat, ſo werden andere Sonnen oder Sterne gleichfalls ſich bewegen, wie es auch aus den angeführten Erſcheinungen folgt. Durch die eigene Bewegung dieſer großen Hauptkörper wird verhindert, daß ſie nicht durch ihre gegenſeitige Schwerkraft mit der Zeit zuſammenſtoßen. Vielleicht hat jeder Stern eine Bewegung, welche derjenigen etwa entgegengeſetzt iſt, die aus den vereinten Anziehungskräften der benachbarten entſpringt. In der Gegend des Himmels, von welcher abwärts die Sonne ſich bewegt, ſind mehrere anſehnliche Sterne befindlich, in derjenigen, nach welcher ſie geht, weit herum nur ein paar Sterne der zweyten Größe. Arktурus mag uns der nächſte Stern ſeyn, weil ſeine Bewegung unter allen die merklichſte iſt. Aber ſeine Bewegung ſcheint der unſrigen ziemlich entgegengeſetzt und parallel zu ſeyn, und ſo iſt dafür geſorgt, daß beide Weltkörper ſich nicht begegnen können. Sie bewegen ſich vielleicht hauptſächlich um den gemeinſchaftlichen Schwerpunct. — Der große Sterngürtel, die Milchſtraße, dient vielleicht, die Anziehungen der

Sterne in dem Centralſyſtem zu vermindern, und hat ſelbſt eine Bewegung um dieſes Syſtem, um der Gegenwirkung das Gleichgewicht zu halten. Ruhe kann nirgends ſeyn.

181. Die großen Ungleichheiten in dem Laufe des Mondes (50—54.) laſſen ſich alle daraus erklären, daß die Sonne, ob ſie gleich viel weiter von dem Monde abſteht, als die Erde, dennoch wegen ihrer großen Maſſe eine beträchtliche Wirkung auf ihn äußert. Wenn der Mond zwiſchen der Erde und der Sonne ſteht, ſo wirkt die Sonne auf ihn ſtärker als auf die Erde, und vermindert ſeine Schwere gegen dieſe. Im Vollmonde wirkt die Sonne ſtärker auf die Erde, als auf den entferntern Mond, und zieht jene gleichſam von dieſem ab, welches, in ſo fern die Erde als ruhend betrachtet wird, eben ſo gut iſt, als wenn eine äußere Kraft den Mond von der Erde abzöge. In den Quadraturen, oder in dem erſten und letzten Viertel, wird durch die Wirkung der Sonne die Schwere des Mondes gegen die Erde vermehrt, aber nur ohngefähr halb ſo viel, als ſie in jenen beiden Fällen vermindert wird. Überhaupt aber iſt die Schwere des Mondes gegen die Erde wegen der Wirkung der Sonne nicht ſo groß, als ſie ohne dieſe ſeyn würde. An gewiſſen Stellen ſeiner Bahn wird der Mond durch den Zug nach der Sonne hin merklich beſchleunigt, an andern durch eben dieſe Kraft aufgehalten. Weil der Lauf des Mondes nicht in der Fläche der Ekliptik geſchieht, ſo wird er durch die Schwere nach der Sonne bald der Ekliptik genähert, bald wieder davon entfernt. Daraus entſteht die ſo merkliche Veränderung in der Lage der Mondsbahn (53. und 54.). Die genaue Berechnung aller Ungleichheiten des Mondslaufs erfordert ein großes Buch.

Sie entſtehen aber alle aus der mannigfaltigen Verbindung zweyer Kräfte, der Erde und der Sonne, welche ſich directe wie die Maſſen dieſer Körper, und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom Monde verhalten.

182. So wie der Mond gegen die Erde ſchwer iſt, ſo gut iſt es auch dieſe wieder gegen ihn, nur daß die Wirkung auf dieſe wegen der viel geringern Größe des Mondes viel kleiner iſt. Doch fällt ſie bey der Erhebung des Waſſers, oder der Ebbe und Fluth, ſehr in die Augen. Hievon in der phyſiſchen Geographie. Eine andere Erfahrung von der Kraft des Mondes haben wir durch die Vorrückung der Nachtgleichen und durch eine periodiſche Schwankung der Erdaxe. Da unſere Erde keine völlige Kugel, ſondern um den Äquator erhabner iſt als nach den Polen, ſo wirkt die Sonne und noch mehr der Mond auf die nach dem Äquator hin aufgehäufte Maſſe der Erde, wie ſie auf einen Trabanten wirken würden, der nahe bey der Erde in der Ebene des Äquators herumliefe. Der Durchſchnitt der Bahn deſſelben mit der Ekliptik müßte gegen die Ordnung der Zeichen zurückgehen, ſo wie es der Durchſchnitt der Mondbahn mit der Ekliptik thut, nur viel weniger als dieſer, weil der Trabant der Erde ſo nahe wäre. Daher entſteht alſo das Zurückgehen der Nachtgleichen oder des Durchſchnitts des Äquators mit der Ekliptik. Weil die Bahn des Mondes gegen den Äquator ſehr veränderlich iſt, ſo iſt auch ſeine Wirkung auf die Maſſe neben dem Äquator ungleich, und verurſacht eine abwechſelnde Annäherung und Entfernung des Äquators nach und von der Ekliptik, die in dem Winkel beider eine bis auf 18 Sec. ſteigende periodiſche Ungleichheit hervorbringt. Dieſe richtet ſich nach der Bewegung der Knotenlinie der

Mondsbahn, und fängt mit derſelben nach 19 Jahren (53.) von vorne an. Wegen des Zurückgehens der Nachtgleichen allein würden die Erdpole ſehr langſam, erſt in 25791 Jahren, (alle Jahr 50¼ Sec.) einen Kreis um die Pole der Ekliptik beſchreiben. Die Schwankung der Erdaxe verrückt die Pole von dieſem Kreiſe, und macht ſie in einem kleinern Kreiſe, von 18 Sec. im Durchmeſſer, um einen auf dem größern Kreiſe jedes Jahr um 50¼ Sec. fortrückenden Punct, innerhalb 19 Jahren herumwandeln. — Auch dieſe Bewegung hat man der Rechnung unterworfen, die aber eine der feinſten in der ganzen Mathematik iſt.

183. Der Mond hat auch einen Einfluß auf die Bewegung der Erde um die Sonne. Eigentlich iſt es der gemeinſchaftliche Schwerpunct beider Körper, der um die Sonne eine Ellipſe beſchreibt. Erde und Mond laufen um dieſen Schwerpunct herum, der aber der Erde viel näher liegt als dem Monde, noch in ihren Körper fällt, weil die Maſſe des Mondes nur etwa $\frac{1}{71}$ von der Maſſe der Erde iſt. Die Planeten ſelbſt bringen Veränderungen des Laufs in den andern hervor, wenn ſie groß und dieſen nahe genug ſind. Die Erde wird durch die Venus, weil ſie ſo nahe iſt, und durch den Jupiter wegen ſeiner beträchtlichen Maſſe, aus ihrer elliptiſchen Laufbahn gezogen. Jupiter wird durch Saturn in ſeinem Laufe geſtört, dieſer aber noch mehr durch jenen. Beide haben einen Einfluß auf die Bewegung des Uranus, welcher ſchon für alle Umſtände der gegenſeitigen Lage berechnet iſt. Die Umlaufszeiten des mehrmahls erſchienenen Kometen von 1759 ſind beträchtlich ungleich. Die letzte war um 585 Tage länger als die vorhergehende, welches durch Jupiter und Saturn war verurſacht worden. Die Umlaufszeit von 1531 bis 1607 war um 340 T. größer als die

die vorhergegangene, und um 458 Tage größer als die darauf folgende. Die Trabanten des Jupiters und Saturns leiden von einander gegenſeitige Einwirkungen. Daher entſteht auch das Fortrücken der Sonnenferne und der Sonnennähe in den Planetenbahnen, und das Zurückgehen der Knoten, wiewohl beides in einem Jahre ſehr wenig beträgt, dagegen es in der Mondsbahn beträchtlich iſt. Dadurch iſt auch die Ebene unſerer Erdbahn etwas geändert, denn die Breite der nördlichen Sterne in der Gegend des Sommerſtillſtandes hat ſich vergrößert. Die Schiefe der Ekliptik nimmt ab, etwa 50″ in 100 Jahren.

184. Durch alle dieſe übereinſtimmenden und berechneten Erſcheinungen wird die Allgemeinheit der gegenſeitigen Wirkungen der Himmelskörper auf einander noch mehr beſtätiget. Man braucht für dieſe Wirkungen auch das Wort Anziehungskraft, ein ſchickliches Bild, die Erſcheinung zu bezeichnen, wodurch man aber nicht glauben muß ſie erklären zu können. Die Natur der Schwerkraft iſt nicht für unſere Sinne. Sie iſt die erſte und allgemeinſte Eigenſchaft der Körper, daher wir ſie unmöglich erklären können. Wir wiſſen weiter nichts als das Geſetz dieſer Kraft, und brauchen nichts mehr zu wiſſen.

185. Die bisher erklärte Theorie der allgemeinen Schwere giebt ein Mittel, die Sonne und die Planeten abzuwägen, das iſt, ihre Maſſen zu vergleichen. Die Erde kann hier als Einheit der Gewichte dienen. Maſſe iſt die Menge der Materie oder des Wirkſamen (Naturl. 41.). Wir werden hier die Maſſen zweyer Körper nach den Fallräumen ſchätzen, welche durch die Schwerkraft gegen ſie, von einem andern, vergleichungsweiſe kleinen Körper, in derſelben Entfernung, beſchrieben werden. Wenn

nun

nun um den großen Körper S (Fig. 28.) ein kleiner A in einem Kreiſe herumläuft, ſo iſt der Fallraum in einer Secunde die zu dem in einer Secunde beſchriebenen Bogen AD gehörige Sagitta AC, welche aus dem Halbmeſſer des Kreiſes und der Umlaufszeit gefunden wird, wie in (179.) gezeigt iſt. Die Fallhöhe in einer Secunde auf der Erde unter dem Äquator iſt 15,1038 Pariſer Fuß, nämlich die unverminderte (179.). Man ſuche nun, wie groß die Fallhöhe gegen die Erde in der Entfernung SA, des Körpers A von dem Centralkörper S, ſeyn würde. Es verhält ſich das Quadrat von SA zu dem Quadrate des Halbmeſſers des Äquators, wie jene Fallhöhe zu der geſuchten. Dieſe letztere verhält ſich zu der AC, wie die Maſſe der Erde zu der Maſſe des Centralkörpers S.

Wenn die Fallräume in zwey Kreiſen gleich ſind, ſo verhalten ſich die Maſſen der Centralkörper wie die Quadrate der Halbmeſſer. Bey ungleichen Fallräumen und ungleichen Kreiſen verhalten ſich daher die Maſſen wie die Producte aus den Fallräumen in die Quadrate der Halbmeſſer, das iſt, wie die Würfel der Halbmeſſer dividirt durch die Quadrate der Umlaufszeiten. Dieſe Regel dient, die Maſſen der Sonne und derer Planeten, die Trabanten haben, zu vergleichen. Den Mond kann man für die Erde nicht mit Sicherheit gebrauchen, weil die Sonne zu vielen Einfluß auf ſeine Bewegung hat.

186. In der folgenden Tabelle ſind die Maſſen und die Dichtigkeiten der Sonne und einiger Planeten, nebſt den Fallhöhen auf ihren Oberflächen, nach meiner Berechnung angegeben. Die Dichtigkeit verhält ſich wie die Maſſe dividirt durch den körperlichen Inhalt oder den Würfel des Durchmeſſers. Die Fallhöhe verhält ſich wie die Dichtigkeit multiplicirt durch

den Durchmeſſer. Auf die Verminderung wegen des Umſchwunges iſt nicht Rückſicht genommen.

	Maſſe.	Dichtigkeit.	Fallhöhe auf der Oberfläche.
Erde	1	10000	15,1038 Par. Fuß.
Sonne	356306	2573	433,24
Jupiter	334	2608	42,788
Saturn	105	1052	15,870
Uranus	18	2247	14,707

Man ſieht, daß hier kein gewiſſes Geſetz beobachtet iſt. Symmetriſche Abmeſſungen und Fortſchreitungen würden in dem großen Weltbaue zu kleinlich ſeyn.

187. Von den Planeten, die keine Trabanten haben, kann man die Wirkſamkeit nicht ſo leicht oder gar nicht meſſen, alſo ihre Maſſen auch nicht beſtimmt angeben. Die Venus ſcheint eine etwas weniges geringere Maſſe und eine etwas größere Dichtigkeit zu haben, als die Erde, welches aus dem Antheile, den ſie an der Verminderung der Schiefe der Ekliptik haben mag, ſich folgern läßt. — Auf dem Mars iſt nach meiner Rechnung, der beobachteten Abplattung zufolge, die Fallhöhe in einer Secunde nur 0,527 Fuß, alſo ſeine Maſſe nur $\frac{1}{106}$ der Erde. Vermuthlich hat er eine ſehr große Höhlung im Innern. — Die Maſſe des Mondes iſt nicht gewiß zu beſtimmen. Dem Antheile, den er an der Erhebung des Waſſers bey der Fluth zu haben ſcheint, zufolge, möchte die Maſſe $\frac{1}{66}$ von der Maſſe der Erde ſeyn; aber wegen der Schwankung der Erdaxe, welche der Mond verurſacht, ſcheint ſie kleiner, nur $\frac{1}{80}$ zu ſeyn.

188. Die Sonne iſt etwa 765 mahl größer an Maſſe als alle Planeten und Nebenplaneten zuſammen.

Der

Der gemeinſchaftliche Schwerpunct aller dieſer Körper fällt daher nahe an den Mittelpunct der Sonne, nur 208 Erdhalbmeſſer oder noch nicht einen Sonnendurchmeſſer weit von demſelben, wenn Jupiter, Saturn und Uranus auf derſelben Seite, in derſelben Linie mit der Sonne ſind. Der Schwerpunct des ganzen Syſtems der Planeten und Kometen und der Sonne bleibt bey allen Bewegungen jener Körper unverrückt, und die Sonne ſelbſt hat eine, wiewohl geringe Bewegung um dieſen Punct, ſo wie der gemeinſchaftliche Schwerpunct aller um ſie laufenden Körper ſeine Stelle ändert. Durch die Einwirkung der übrigen Körper des großen Stern- oder Sonnenſyſtems hat der Schwerpunct unſeres Partialſyſtems eine Bewegung (180.), ſo wie der Schwerpunct jenes wieder durch die Kräfte anderer Sonnenſyſteme.

189. Daß der Mond uns immer dieſelbe Seite zukehrt, wird begreiflich, wenn ſein Äquator eine längliche Geſtalt hat, und der größte Durchmeſſer desſelben nach der Erde gerichtet iſt. Die Erde wirkt auf die ihr nähern Theile des länglichen Mondkörpers am ſtärkſten, und bringt ſie, ſo wie ſie von der Linie durch die Mittelpuncte beider Weltkörper abweichen wollen, wieder in dieſe Linie. Vielleicht iſt es ein allgemeines Geſetz für die Nebenplaneten, daß ſie ihren Centralplaneten immer dieſelbe Seite zukehren. An dem äußerſten Trabanten des Saturns glaubt man es auch bemerkt zu haben.

190. Die Bahnen der vier nächſten Planeten um die Sonne ſind in Vergleichung mit dem ganzen Syſtem nahe bey einander. Aber von der Bahn des Mars bis zu der Bahn des Jupiters iſt der Abſtand faſt $2\frac{1}{2}$ mahl ſo groß als von der Sonne bis zum Mars. Vom Jupiter bis zum Saturn iſt der Abſtand

faſt dreymahl ſo groß. Dieſe Lücke zu erklären, muß man die große Maſſe des Jupiters in Betrachtung ziehen, welche vielleicht keinem andern Planeten Platz vergönnte, weil die Störung ſeiner Bahn durch den Jupiter zu groß geweſen ſeyn würde, wie es mit dem Kometen von 1759 wirklich der Fall geweſen iſt.

Der Lauf der Planeten iſt einſtimmig von Abend gegen Morgen gerichtet. Wenn keine beſondere phyſiſche Urſache bey ihrer Entſtehung und Zuſammenordnung dies verurſacht hat, ſo möchte der Grund ſeyn, daß die Wirkung der gegenſeitigen Schwere dadurch ſollte vermindert werden.

191. Mars hat keinen Trabanten, da doch die Erde ſchon einen, und Jupiter vier Begleiter hat. Der Grund, warum dieſer Planet einzeln gelaſſen iſt, wird ſeyn, daß er eine ſo geringe Maſſe nach (187.) hat. Er beſitzt nicht Stärke genug, einen Trabanten bey ſich zu erhalten.

192. Von der Beſchaffenheit der Himmelskörper und ihrer Bewohner möchten wir gern näher unterrichtet ſeyn. Allein ſo genau wir ihre Bewegungen kennen, ſo wenig wiſſen wir von ihrer Beſchaffenheit. Die Sonne iſt ein ganz eigenartiger Körper, den wir mit nichts bekanntem vergleichen können. Von den Planeten wiſſen wir nichts mehr, als daß ſie unſerer Erde überhaupt ähnlich ſind, ſogar daß Venus, Mars, Jupiter und Saturn auch eine Atmoſphäre zu haben ſcheinen. Jupiter hat nur kurze Tage, weil ſonſt die Nächte zu lang und die Erkältung zu groß ſeyn würde. Seine Axe ſteht faſt ſenkrecht auf ſeine Bahn; er hat alſo keine oder nur eine geringe Abwechſelung der Jahrszeiten; die Winter würden bey ſeiner zwölfjährigen Reiſe um die Sonne zu ſtreng werden, wenn

ſeine Axe eben ſo ſehr als unſere Erdaxe gegen die Laufbahn geneigt wäre. Die Umdrehungszeit des Saturns mag etwa auch nur 14 Stunden ſeyn (71.), allein ſeine Axe ſcheint auf die Fläche des Ringes ſenkrecht zu ſtehen, und einen Winkel von 30 Grad mit ſeiner Bahn zu machen. Die Winter müſſen auf dem Saturn alſo ſehr kalt ſeyn, außerdem daß ſie 30mahl länger ſind als auf der Erde. Doch mag der Ring die Atmoſphäre im Winter erwärmen. Wir dürfen übrigens nicht zweifeln, daß die Planeten und Kometen zu bewohnbaren Weltkörpern ausgebildet ſeyn. Denn iſt nicht auf unſerer Erde alles mit lebenden Geſchöpfen erfüllt, und dieſe großen Körper ſollten leer ſtehen, nur uns zu mathematiſchen Unterſuchungen und als geographiſche Hülfsmittel dienen? Sollten die Trabanten des Jupiters bloß dazu geſchaffen ſeyn, um uns auf dem Meere zu leiten? Allein es iſt vergebens, von der Beſchaffenheit der Bewohner jener Weltkörper etwas errathen zu wollen, weil unſere Einbildungskraft für die Mannigfaltigkeit der Natur viel zu eingeſchränkt iſt.

Ueberſicht der Geſchichte der Aſtronomie.

193. Es iſt unterhaltend zu betrachten, wie der menſchliche Verſtand zu der Höhe, auf welcher er jetzt in der Aſtronomie ſteht, ſich empor gearbeitet hat. Den Alten würde ſie unerſteiglich geſchienen haben. Plinius ſagt, den Abſtand der Sonne von der Erde möge man allenfalls ſchätzen, aber ihn meſſen zu wollen, wäre thörichte Zeitverſchwendung. Allerdings hat es Mühe genug gemacht, ehe man ſo weit gelangt iſt, als wir nun gekommen ſind, weil feine Beobachtungen und künſtliche Rechnungen ſich einander die

Hand

Hand bieten müſſen. Die alten Indier und Ägypter können nichts als die Perioden der Bewegungen und Erſcheinungen gewußt haben. Die Griechen fielen nicht darauf, gute Werkzeuge zu verfertigen, konnten auch mit ihrer ſonſt weit getriebenen Geometrie in der Aſtronomie nicht viel ausrichten, weil ſie die Anwendung der Arithmetik auf die Geometrie verſchmähten, überhaupt auch ſehr wenig von der allgemeinen Rechenkunſt wußten. Ihre trigonometriſchen Tafeln beſtanden noch im zweyten Jahrhunderte nur aus ein paar Blättern. Das erſte Verzeichniß der Fixſterne lieferte Hipparchus, ein Akademiſt zu Alexandrien, etwa 160 Jahr vor C. G. Dieſer fleißige Aſtronom, der Vater der alten Aſtronomie, unternahm es ſchon, den Sonnen- und Mondslauf in Tafeln zu bringen, und beſtimmte die Länge des Jahrs ziemlich genau. Ptolemäus, auch ein Alexandriniſcher Gelehrter, ſchrieb (um 125 J. nach C. G.) ein großes aſtronomiſches Syſtem, das über 1400 Jahr in Europa und Aſien allgemein herrſchend blieb. Die Ariſtoteliſche Phyſik ließ keinen Gedanken zur Verbeſſerung der Aſtronomie aufkommen. Man wagte keinen Schritt ohne das Leitband des Ptolemäus und Ariſtoteles. Erſt in demjenigen Jahrhunderte, in welchem die Allgewalt der Hierarchie geſchwächt ward, machte ſich Copernicus von den Feſſeln des Ptolemäiſchen Syſtems los. Doch behielt er noch Kreiſe und Epicyklen bey. Tycho de Brahe verſuchte einen Mittelweg zwiſchen dem alten und neuen Syſtem, weil er ſich von dem ganz buchſtäblichen Sinne einiger bibliſchen Ausdrücke nicht zu entfernen wagte. Seine Weltordnung fand wenig Beyfall; aber ſeine ſehr zahlreichen und ſorgfältigen, mit beſſern Werkzeugen angeſtellten Beobachtungen ſind deſto ſchätzbarer. Auf dieſe gründete Kepler

ſeine Theorien und Tafeln. Daß wir dieſem ſcharfſinnigen Mathematiker die Entdeckung der wahren Geſtalt der Planetenbahnen und der Geſetze des Laufs auf denſelben zu danken haben, iſt oben erzählt. Man muß ihn deſto mehr bewundern, wenn man einſehen kann, wie äußerſt ſchwer es ihm zu ſeiner Zeit ward, ſo weit zu gelangen. Das 16te Jahrhundert lieferte ſchon trigonometriſche Tafeln ſo vollſtändig, als wir ſie ſelbſt jetzt nur nöthig haben. Rhäticus (Ge. Joh. der Graubündner) fieng die ungeheure Arbeit an, welche nach ſeinem Tode ein Zögling von ihm vollendete. Bald nach dieſem höchſt wichtigen Hülfsmittel wurden die Logarithmen, welche die beſchwerlichen trigonometriſchen Rechnungen ſo ſehr abkürzen, von Neper, Briggs und Blacq berechnet. Die Erfindung der Fernröhre um den Anfang des 17ten Jahrhunderts eröffnete ein großes Feld der wichtigſten Entdeckungen am Himmel. Galilei benützte ſie gleich anfangs vortrefflich. Die Stiftung der Londoner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften (1660) und der Pariſer Akademie (1666) ward der Aſtronomie, ſo wie der Naturforſchung überhaupt, ſehr vortheilhaft. Die letztere insbeſondere hat beſtändig bis auf die jetzige Zeit ungemein viel zur Vervollkommnung der Aſtronomie beygetragen. Die Entdeckungen am Himmel vermehrten ſich, die Beobachtungen des Laufs der Himmelskörper wurden immer zahlreicher und genauer. Hevelius, Caſſini, Huygens, Flamſtead, ſind unvergeßliche Namen. Die Werkzeuge wurden vollkommener. Man brachte z. B. das Fernrohr an den Quadranten an, da man vorher, wie jetzt in der gemeinen Feldmeßkunſt, nur durch Dioptern die Weltkörper mit bloßen Augen beobachtete. Am wichtigſten war die Erfindung der

Pen=

Pendeluhren von Huygens, da ohne eine genaue Zeitmeſſung keine Zuverläſſigkeit in der Aſtronomie möglich iſt. In Frankreich ward die erſte genaue Meſſung eines Bogens des Meridians (1669) vorgenommen, nach dem Verfahren, welches Snellius einige Zeit vorher in Holland gebraucht hatte.

Bis gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts war die Aſtronomie noch ganz eine empiriſche Wiſſenſchaft. Descartes wollte mit ſeiner Einbildungskraft den Bau des Himmels erklären; ſeine Wirbel ſchienen manchen annehmlich, und waren lange Zeit auch in der franzöſiſchen Akademie beliebt; allein Newtons mathematiſche Phyſik zerſtreute ſie endlich ganz. Newton, welcher Mathematik und Naturforſchung in einem bis jetzt einzigen Grade der Vollkommenheit verband, drang ſehr weit in die mathematiſche Lehre von der Bewegung ein, und wandte dieſe mit dem glücklichſten Erfolge auf die Aſtronomie an. Durch die Vergleichung ſeiner allgemeinen Theorie mit den Kepleriſchen Bemerkungen entdeckte er die allgemeine Schwere und ihre Geſetze. Er iſt der Erfinder der phyſiſchen Aſtronomie. Seine optiſchen Entdeckungen ſind der Aſtronomie ſehr nützlich geworden. Er erfand eine zum aſtronomiſchen Gebrauche vollkommenere Art des Spiegelteleſkops, welches in unſern Zeiten Herſchel in einer erſtaunlichen Größe zu Stande gebracht hat. Die neue Rechnung mit den Verhältniſſen unendlich kleiner Größen, welche Newton erfunden und mit großem Vortheile zu ſeinen Unterſuchungen gebraucht hatte, ward immer mehr erweitert und zum Vortheile der Aſtronomie angewandt. Anfangs ſchien es zwar, als wenn ſich niemand auf die von Newton betretene Laufbahn

wagen

wagen wollte. Bis nahe zur Mitte dieſes Jahrhunderts fanden ſich nur Commentatoren, aber keine Nacheiferer. Inzwiſchen war man in den Beobachtungen ſehr fleißig. Halley, Bradley, de la Caille, de l'Isle, zeichneten ſich vorzüglich aus. Die Werkzeuge erhielten durch die genauere Theilung und durch verſchiedene Mikrometer eine größere Vollkommenheit, und die Beobachtungen durch die ſchärfſte Aufmerkſamkeit auf jeden Umſtand, große Zuverläßigkeit. Auch die Fernröhre erhielten eine unvermuthete große Verbeſſerung durch die farbenfreyen zuſammengeſetzten Objective, die Dollond erfand. Zwar hat man keine neue Gegenſtände am Himmel durch dieſe neue Gattung entdeckt, aber ſie iſt nicht allein zur Beſchauung der Gegenſtände, ſondern auch zur Beobachtung ihrer Örter viel vortheilhafter als die alte Gattung. Die neuen Herſchelſchen Spiegel-Teleſkope aber haben uns viel neues am Himmel kennen gelehrt. Der ganze aſtronomiſche Apparat iſt in den neueſten Zeiten ungemein verfeinert; insbeſondere haben die Uhren an Vollkommenheit ſehr zugenommen.

Um die Mitte unſers Jahrhunderts ward die Unterſuchung der Bewegungen der Himmelskörper aus mechaniſchen Grundſätzen mit Eifer fortgeſetzt. Es war die Frage, die Abweichungen von der einfachen elliptiſchen Bahn, wegen der gegenſeitigen Wirkungen aller Körper unſers Syſtems, insbeſondere bey dem Laufe des Mondes, die Verrückung der Erdaxe und ihrer Bahnebene, die Geſtalt der Planeten, die zum Gleichgewicht ihrer beweglichen Theile bey ihrer Umdrehung um eine Axe erforderlich iſt, die Bewegungen des Meeres bey der Fluth und Ebbe, zu beſtimmen.

Die

Die gröſsten Analyſten, Euler, Clairaut, d'Alembert, de la Grange, de la Place, haben daran ihre Kunſt erſchöpft. Die genauen Mondstafeln, welche Mayer zu Göttingen, ein vortrefflicher Beobachter und geübter Analyſt, zu Stande brachte, waren die erſte Frucht dieſer Unterſuchungen. Man ſucht jetzt immer mehr die ganze Theorie der Aſtronomie ſo weit von der Erfahrung unabhängig zu machen, daſs man nur die individuellen Beſtimmungen aus Beobachtungen zu nehmen nöthig habe, um daraus den Lauf des Körpers vollſtändig zu berechnen, ohne empiriſche Einmiſchungen, von welchen die Theorie keinen Grund angeben könnte. Hoffentlich wird unſere Theorie der Aſtronomie bald ſo weit gebracht ſeyn, daſs ſie für alle Weltkörper allgemeingültig iſt. Der Flug, den unſer Geiſt zu nehmen im Stande iſt, mag uns wegen der Beſchränktheit unſerer körperlichen Kräfte und unſers Wohnortes zufrieden ſtellen.

Vorſtellung unſers Planetenſyſtems.

	Umlaufszeit, ſideriſche.	Entfernung von der Sonne a größte. b kleinſte.	Mittlere Entfernung.	Weg in einer Minute, in Meilen.	Neigung der Bahn gegen die Erdbahn.	Umwälzungszeit.	Durchmeſſer in Meilen.
Sonne	= = = =	= = =	= = =	= = =	= = =	25 T. 10 St. (14)	191575
Merkur	87 T. 23 St. 15′ 43″	a 46665 b 30755	38710	396	7° 0′ 0″	unbekannt	690
Venus	224 16 49 10	a 72831 b 71835	72333	289	3 23 35	23 St. 21′	1669
Erde	365 6 9 11 tropiſche kleiner um 20 32	a 101681 b 97319	100000	246	= = =	23 St. 56′ 4″	1719
Mars	686 23 30 35	a 166553 b 138185	152369	199	1 51 0	24 St. 39 22	894
Jupiter	4332 14 27 11 (11 J. 315 T.)	a 545292 b 495266	520279	108	1 18 56	9 St. 56′	18670
Saturn	10759 1 51 11 (29 J. 167 T.)	a 1007712 b 900432	954072	80	2 29 50	unbekannt	17160
Uranus	30689 18 14 (84 J. 8 T.)	a 2007918 b 1828806	1918362	56	0 46 20	unbekannt	7447
Ring des Saturns	= = = =	Einer dieſer Theile beträgt $206\frac{1}{8}$ geogr. Meilen.		= = =	= = =	10 St. 32′ 15″	40040

	Mittlerer Monat	Entfernung von der Erde	Umwälzungszeit	Durchmeſſer		
Mond	periodiſcher 27 T. 7 St. 43′ 11″ ſynodiſcher 29 12 44 3	größte 54838 Meilen mittlere 51445 — kleinſte 48052 —	27 T. 7 St. 43′ 11″	$468\frac{1}{2}$ Meilen		

Vierter Abſchnitt.

Die mathematiſche Geographie, Steuermannskunſt, Chronologie und Gnomonik.

I. Die mathematiſche Geographie.

194. Die mathematiſche Geographie betrachtet, was bey der Erde einer Ausmeſſung fähig iſt. Die wichtigſten Lehren derſelben von der Geſtalt und Größe der Erde ſind ſchon in der Aſtronomie (84 — 100. und 110 — 113.) vorgetragen, weil ihr Halbmeſſer uns den Maaßſtab zu den Meſſungen am Himmel giebt, und die Kenntniß ihrer Geſtalt zu manchen aſtronomiſchen Unterſuchungen nothwendig iſt. Hier wird alſo nur noch dasjenige nachzuholen ſeyn, was die Erde insbeſondere angeht. Die phyſiſche Geographie, welche die Naturbeſchaffenheit unſerer Erde in ihrem gegenwärtigen und ehemahligen Zuſtande unterſucht, wird ein eigenes Hauptſtück erfordern.

195. Das Stück der Erdfläche auf beiden Seiten des Äquators AQ (Fig. 8.) bis zu den Parallelkreiſen KR, ST, die von jenem 23° 28′ abſtehen, heißt die heiße Zone. Allen Örtern innerhalb dieſer Zone geht die Sonne zweymahl im Jahre durch das Zenith, und ſteht einen Theil des Jahrs hindurch in Norden, den andern in Süden. Die Hitze iſt hier, wegen der größtentheils faſt ſenkrecht auffallenden Strahlen, am größeſten, in ſo ferne ſie nicht durch locale Urſachen gemäßigt wird. Die gedachten Parallelkreiſe heißen auch auf der Erde die Wendekreiſe.

Von ihnen bis zu dem Parallelkreiſe von 66° 32′, DHE, FIG, auf beiden Seiten des Äquators, oder bis an die **Polarkreiſe**, erſtreckt ſich die **gemäßigte Zone.** Die Sonne ſteigt hier nie bis zum Zenith hinauf, und ſteht zu Mittage immer entweder in Süden oder Norden. Der mittlere Theil dieſer Zonen iſt nur im eigentlichen Verſtande gemäßigt. Denn die an die Wendekreiſe gränzenden Gegenden ſind oft ſehr heiß, die nächſt den Polarkreiſen ſehr kalt. Die beiden übrigen Stücke innerhalb der Polarkreiſe heißen die **kalten Zonen**, um den Nordpol die nördliche, um den Südpol die ſüdliche. Wenn man die ganze Oberfläche der Erde in 10000 gleiche Theile theilt, ſo enthält die heiße Zone davon 3982, beide gemäßigte 5191, beide kalte 827 Theile.

196. Je näher ein Ort nach dem Äquator liegt, deſto größer iſt der Winkel des Horizonts mit dem Äquator, und der Unterſchied der Dauer des Tages und der Nacht wird immer kleiner. Dieſe Dauer wird nach den Polen hin immer ungleicher, bis daß unter den Polen ſelbſt, die Hälfte des Jahrs eine Nacht, und die andere Hälfte ein Tag iſt. Die Gränze der Erleuchtung EG (Fig. 14.) ſchneidet nämlich den Äquator allemahl in zwey gleiche Theile, die Parallelkreiſe aber in ungleiche, und zwar deſto ungleichere, je näher nach den Polen. Um die Zeit des Sonnenſtillſtandes ſchneidet ſie die jenſeits der Polarkreiſe liegenden Parallelkreiſe gar nicht.

197. Die Alten zogen durch jeden Punct, wo der längſte Tag um eine halbe Stunde zunimmt, Parallelkreiſe, und theilten die Erde dadurch in **Klimata** ein. Wir gebrauchen dieſe Eintheilung nicht mehr. Doch haben wir das Wort K l i m a behalten, um dadurch die phyſiſche Beſchaffenheit eines Landes anzuzeigen.

198. In der gemäßigten Zone hat man vier Jahrszeiten, Frühling vom Eintritte der Sonne in das Zeichen des Widders bis zum Sonnenſtillſtande, u. ſ. w. In der kalten ſind nur zwey, nämlich Sommer und Winter; jener fängt an, wenn ſich die Sonne wieder über dem Horizonte zeigt, bis dahin, daß ſie wieder darunter verſchwindet, und der Winter angeht. Phyſiſch fängt der Sommer freylich ſpäter an, und hört eher auf; da hingegen in der gemäßigten Zone die Jahrszeiten, der Witterung nach, dem Stande der Sonne voreilen. In der heißen Zone verhält es ſich mit den Jahrszeiten ganz anders, als in der gemäßigten.

199. Die Bewohner deſſelben Parallelkreiſes (perioeci) haben einerley Jahrszeiten; die auf entgegengeſetzten unter derſelben Breite (antoeci) haben entgegengeſetzte Jahrszeiten. Die Bewohner zweyer Örter an den beiden Enden eines Erddurchmeſſers heißen **Antipoden**. Die Neu-Seeländer ſind zum Theil die Antipoden der Spanier.

200. Den Horizont eines Ortes theilt man durch die beiden Puncte, wo der Meridian, und die beiden, wo der Äquator ihn ſchneidet, in vier gleiche Theile. Die Theilungspuncte heißen **Nord, Oſt, Süd, Weſt**, oder die vier Hauptgegenden. Man halbirt dieſe Quadranten in den Puncten Nordoſt, Südoſt, Südweſt, Nordweſt. In der Mitte zwiſchen dieſen Nebengegenden und den Hauptgegenden liegen von Norden an die Striche, welche Nordnordoſt, Oſtnordoſt, Oſtſüdoſt, Südſüdoſt; Südſüdweſt, Weſtſüdweſt, Weſtnordweſt, Nordnordweſt heißen. Zwiſchen dieſen und jenen Puncten liegen noch ſechzehn Striche, welche von der anliegenden Haupt- oder Nebengegend

und der nächſten Hauptgegegend, nach welcher hin ſie liegen, den Namen bekommen, mittelſt der eingeſchobenen Sylbe gen: als Nord gen Oſt, Nordoſt gen Nord, Nordoſt gen Oſt u. ſ. w.

201. Eine Landcharte iſt ein perſpectiviſcher Entwurf eines Theils der Erdfläche. Iſt dieſes Stück ſo klein, daß es ohne merklichen Fehler für eben gehalten werden kann, ſo wird es nach den in der Geometrie gelehrten Methoden aufgetragen. Man zeichnet rechts und links die geographiſche Breite auf, wozu man nur von einem Orte der Gegend ſie zu wiſſen braucht, um von dem Parallelkreiſe deſſelben aus, mittelſt der bekannten Länge eines Grades in der entworfenen Gegend die Breiten von 5 zu 5 oder in einzelnen Minuten aufzutragen. Die Länge wird an dem obern und untern Rande verzeichnet. Da aber die Parallelkreiſe nach den Polen hin kleiner werden, in dem Verhältniſſe der Coſinus der Breiten oder der Sinus der Entfernungen vom Pol, ſo müſſen die Grade und Minuten der Länge in dieſem Verhältniſſe kleiner als die Grade der Breite genommen werden. Begreift die Charte mehrere Grade der Breite, ſo muß man die Grade der äußerſten Parallelkreiſe, jede nach dem ihnen eigenen Verhältniſſe verändern. Die Meridiane werden alsdenn durch gerade convergirende Linien dargeſtellt, die Parallelkreiſe durch parallele auf den mittlern Meridian ſenkrechte.

202. Große Theile der Erde darzuſtellen hat man verſchiedene Methoden. Die orthographiſche Projection zieht von jedem Puncte der Erdfläche auf eine ſie berührende Ebene Perpendikel, welche die ihnen zugehörigen Puncte abbilden. Es iſt aber ſchwer, die Meridiane und Parallelen zu zeichnen, welche nach dieſer Art alle Ellipſen werden, außer bey der Polarprojection,

jection, wenn die Ebene der Projection den einen Pol berührt, in welchem Falle alle Meridiane gerade in dem Pole ſich ſchneidende Linien, und die Parallelkreiſe concentriſche Kreiſe um den Pol ſind. Dieſe Projection wird nützlich gebraucht, die nördliche und ſüdliche Halbkugel vorzuſtellen. Sie verkleinert aber die nach dem Äquator hin gelegenen im Verhältniſſe gegen die Polarländer.

203. Eine in ſehr vielen Fällen brauchbare Projectionsart iſt die ſogenannte **ſtereographiſche** *). Die Tafel, worauf die Abbildung geſchieht, geht durch den Mittelpunct der Kugel, das Auge wird in den einen Pol des Kreiſes geſetzt, der in der Ebene der Tafel liegt, und die jenſeitige Fläche der Kugel wird ſo entworfen, als wenn das Auge die innere hohle Seite betrachtete. Es ſey (Fig. 31.) AEBD ein großer Kreis der Kugel, ACB ſtelle die Tafel (eigentlich eine Linie auf derſelben durch den Mittelpunct der Kugel) vor; D iſt der Ort des Auges; E der entgegengeſetzte Ort auf der Kugel, der Mittelpunct der Projection, deſſen Bild in C den Mittelpunct der Kugel und der Tafel fällt; F ein andrer Ort der Kugelfläche, deſſen Bild in H fällt, ſo wie des Punctes G Bild in I. Das vorzügliche dieſer Entwerfungsart iſt, daß alle Kreiſe, größte oder kleinere, wieder durch Kreiſe vorgeſtellt werden; und daß alle Kreiſe auf der Projection ſich unter demſelben Winkel wie auf der Kugel ſchneiden, daher kleine Portionen der Abbildung dem vorgeſtellten Stücke der Kugelfläche ähnlich ſind, nur daß die nach A und B hin liegenden größer ſind als die um E befindlichen, ob zwar die Stücke der Kugelfläche

 gleich

*) Die Eigenſchaften der ſtereographiſchen Projection, nebſt allen bey derſelben vorkommenden Conſtructionen, habe ich aus Gründen der gemeinen Geometrie in einer kleinen Schrift, 1788, entwickelt.

gleich ſind. Alle Aufgaben, die man auf der Kugel auflöſet, kann man vermittelſt dieſer Projection leicht, und oft bequemer als auf der Kugel, auflöſen. Der Bogen EF wird durch die Linie CH vorgeſtellt, welche die Tangente des Winkels HDC iſt, deſſen Maaß der halbe Bogen FE iſt. Daher iſt es leicht, einen Maaßſtab zu machen, nach welchem die Größe des Bogens FE oder die Entfernung jedes Ortes von E gemeſſen werden kann. Nach dieſer Art ſind die von Hrn. Bode gezeichneten, und für dieſes Werk anfangs beſtimmten Planiglobien entworfen, wobey Berlin der Mittelpunct der Projection iſt.

204. Einzelne Theile der Erdfläche zu entwerfen, iſt folgendes Verfahren ſehr dienlich, welches ſich auf die Abwickelung der Oberfläche eines ſenkrechten Kegels gründet. Die abgewickelte Fläche iſt ein Sector eines Kreiſes, deſſen Halbmeſſer die Seite des Kegels, und deſſen Bogen dem Umfange ſeiner Grundfläche gleich iſt. Der zu dem Bogen gehörige Winkel verhält ſich zu 360 Grad, wie der Halbmeſſer der Grundfläche zu der Seite des Kegels. Hieraus ſieht man, wie ſich ein von zwey parallelen Kreiſen begränztes Stück der Kegelfläche zu einer ebenen Fläche abwickeln läßt. Nun nehme man auf der Kugel eine ſchmale Zone, ſo kann man dieſe als die Oberfläche eines Kegelſtücks betrachten und ſie abwickeln. Hier gebrauchen wir aber nur einen mäßigen Theil dieſer Zonenfläche. Die zu zeichnende Landcharte iſt ein Theil der Oberfläche einer Kugel, deren Umfang die angenommene Länge eines Breitengrades 360 mahl genommen iſt, woraus alſo der Halbmeſſer dieſer Kugel gefunden wird. Die berührende gerade Linie an der Kugel von einem Parallelkreiſe bis an die verlängerte Axe iſt der Halbmeſſer des

Paral-

Parallelkreiſes auf der Charte. Man findet denſelben, wenn man die Länge eines Breitengrades mit der Zahl 57,296 und mit der Tangente des Complements der Breite für den Radius Eins multiplicirt. Die Länge eines Grades auf den Parallelkreiſen der Charte verhält ſich zu einem Breitengrade wie der Sinus des Complements der Breite zum Radius. Oder ein Winkel an dem Mittelpuncte eines Parallelkreiſes auf der Kugel verhält ſich zu dem auf der Charte wie der Radius zu dem Sinus der Breite. Z. B. ein Winkel von 15 Grad auf dem Parallelkreiſe in der Breite von 50 Grad wird in der Zeichnung in einen Winkel von 38° 18′ verwandelt, nach dem Verhältniſſe 1000 zu 766. Die Länge der Grade iſt in der Zeichnung ſo groß als auf der Kugel.

205. Auf der Kugel werden die Grade der Parallelkreiſe nach den Polen hin immer kleiner; die Grade der Breite bleiben immer dieſelben. Man laſſe nun umgekehrt die Grade der Parallelkreiſe unverändert, vergrößere aber dagegen die Grade der Meridiane in eben dem Verhältniſſe, in welchem auf der Kugel die Grade der Parallelkreiſe gegen die Grade der Meridiane kleiner werden. Dieſe Charten, welche man reducirte, oder Charten mit wachſenden Breiten, auch Mercators oder Wrights Charten nennt *), haben den Vortheil der leichten Entwerfung, und ſtellen auch die Winkel der Meridiane und Parallelkreiſe richtig dar, nur daß ſie die äußerſten Gegenden der Breite zu groß machen. Die Gegenden nicht weit von den Polen können wegen des ſehr abnehmenden Verhältniſſes der Parallelkreiſe und Meridiane nach

*) Gerhard Mercator gab um das Jahr 1569 zuerſt eine ſolche Charte aus; die Gründe ihrer Zeichnung machte nach einiger Zeit Edward Wright bekannt, den man als den eigentlichen Erfinder anzuſehen geneigt iſt.

nach dieſer Art nicht gut entworfen werden. Auf der See werden ſie hauptſächlich gebraucht. Aber auch Länder, wie Deutſchland, Frankreich, laſſen ſich nach dieſer Methode ſehr bequem und natürlich genug zeichnen. Die Weltcharte, welche dieſem Werke beygefügt iſt, iſt eine reducirte. Die Polarländer ſind nach der orthographiſchen Methode entworfen.

206. Die Örter, deren Lage durch aſtronomiſche Beobachtungen gefunden iſt, werden zuerſt eingetragen, darauf die andern, deren Lage gegen dieſe durch Meſſung oder Schätzung bekannt iſt. Die Gränzen der Länder und die Küſten, den Lauf der Flüſſe, die Verbindung der Gebirge muß man theils aus eigenen Meſſüngen, theils aus zuverläſſigen Nachrichten anderer zeichnen.

207. Eine künſtliche **Erdkugel** allein gewährt eine richtige Vorſtellung der Lage und Proportion der Theile auf der Erdfläche. Das erſte bey ihrem Gebrauche iſt, daß man den Ort, wo man ſich befindet, oder wohin man ſich etwa verſetzt, ganz genau zu oberſt auf der Kugel ſtelle, indem man dem Nordpole auf unſerer nördlichen Hälfte die für den Ort gehörige Höhe über dem hölzernen Kranze, dem Horizonte, giebt, und den Ort unter den meſſingenen Kreis, den Meridian, bringt. Den Zeiger des kleinen Stundenkreiſes, der in zweymahl 12 Theile eingetheilt iſt, ſtellt man auf 12. Die Axe richtet man gegen Norden, und dreht die Kugel von Abend gegen Morgen, ſo hat man eine Vorſtellung von der täglichen Umwälzung der Erde. Dreht man die Kugel entgegengeſetzt herum, nach der Folge der Stunden auf dem kleinen Kreiſe, und bringt einen andern Ort unter den Meridian, z. B. Peking in China, wenn Berlin vorher auf 12 geſtellt war, ſo zeigt der Zeiger die Stunde zu

Peking

Peking nach der Berliner Uhr, nämlich 7 Stunden (6 Stunden 52 Min.), wenn es in Berlin Mittag iſt. Genauer giebt es der Äquator ſelbſt, wenn man den Bogen zwiſchen den Meridianen beider Örter aufnimmt, und für 15 Grad eine Stunde rechnet. Dadurch iſt der Unterſchied der Länge bekannt. Stellt man den erſten Meridian auf 12, dreht die Kugel nach der Folge der Stunden, und führt einen Ort unter den Meridian, ſo hat man die Länge des Ortes in Stunden und deren Theilen, ſo genau es der kleine Kreis erlaubt; genauer vermittelſt des Äquators. Die Breite eines jeden Orts giebt der in Grade eingetheilte Meridian an.

208. Bemerkt man auf der Ekliptik *) den Ort der Sonne, bringt dieſen unter den Meridian, macht die Polhöhe der Declination der Sonne gleich, im Sommer die des nördlichen Pols, im Winter die des ſüdlichen, ſo iſt die Hälfte der Kugel über dem hölzernen Kranze der erleuchtete Theil der Erde für eine gewiſſe Zeit. Man bringe einen Ort, als Berlin, unter den Meridian, ſtelle den Zeiger auf 12, ſo hat man die um 12 Uhr erleuchtete Halbkugel vor Augen. Führt man Berlin an den öſtlichen Horizont, ſo hat man die Stunde des Sonnenaufganges, an dem weſtlichen die Stunde des Unterganges. Doch dreht man ſo die Kugel der Umwälzung der Erde entgegen. Wenn man hiebey den Stundenzirkel abnehmen muß, ſo kann man ſich eben ſo gut und noch beſſer des Äquators bedienen.

Mehreres vom Gebrauche der Erd- und Himmelskugel muß man bey andern Schriftſtellern ſuchen. Den voll-

*) Die Ekliptik gehört eigentlich nicht auf eine Erdkugel, weil die Lage der Oerter gegen dieſelbe ſich jeden Augenblick ändert. Doch iſt ſie auf die angegebene Art nützlich zu gebrauchen.

vollſtändigſten Unterricht giebt Hr. Prof. Scheibel in ſeiner Schrift vom Gebrauche der künſtlichen Erd- und Himmelskugel, welcher eine brauchbare Einleitung in die Aſtronomie beygefügt iſt. Breslau 1779.

II. Die Schifffahrtskunde.

209. Die Schifffahrtskunde (Steuermannskunſt, Engl. navigation, Franz. auch le Pilotage) lehrt den Weg eines Schiffes finden, ſowohl denjenigen, welchen es von einem gewiſſen Orte an zurückgelegt hat, als welchen es nehmen muß, um an einen beſtimmten Ort zu gelangen. Sie erfordert eine gute Kenntniß der Rechenkunſt, der ebenen und ſphäriſchen Trigonometrie, der ſphäriſchen Aſtronomie, des Sonnen- und Mondslaufs insbeſondere, und eine geſchickte Hand in Zeichnung geometriſcher Conſtructionen.

210. Ein Schiffer gebraucht drey Werkzeuge, den Compaß, das Log und ein oder anderes Inſtrument zur Meſſung der Höhen der Himmelskörper, des nöthigen Reißzeuges nicht zu gedenken. Ein unentbehrliches Hülfsmittel ſind genaue Seecharten.

211. Der Compaß beſteht aus einer Magnetnadel, auf welcher die Windroſe, ein Stern mit 32 Spitzen, welche die Haupt- und Nebengegenden des Himmels anzeigen, befeſtigt iſt. Die runde mit einem Glaſe bedeckte Büchſe, in welcher die Nadel mit der Windroſe ſich auf einer ſtählernen Spitze frey herumdrehen kann, hängt mit zwey Zapfen in einem Schwungringe, welcher wiederum auf zwey Zapfen beweglich hängt, die von jenen um einen Viertelkreis abſtehen, und in dem äußern, gewöhnlich viereckten, Kaſten feſt ſind, ſo daß die Büchſe bey allen Schwankungen

kungen des Schiffs eine wagerechte Lage behalten kann. Man hat zweyerley Compaſſe, den Strichcompaß oder ſchlechtweg Schiffscompaß (Compas de route), und den Peilcompaß *) (Compas de variation). Von jenem ſtehen gewöhnlich zwey unmittelbar vor demjenigen, welcher das Schiff ſteuert, in einem Schranke von der Einrichtung, daß zwiſchen beiden Compaſſen ein Licht zu ihrer Erleuchtung bey Nacht angebracht werden kann. Dieſer Schrank heißt das Nachthaus (habitacle). Der Peilcompaß (Fig. 32.) dient, die Lage entfernter Gegenſtände oder der Himmelskörper in Abſicht auf die Weltgegenden aufzunehmen, auch die Abweichung (Mißweiſung, variation) der Magnetnadel zu erfahren. Das äußere Käſtchen hat zu dem Ende zwey Dioptern, durch welche man nach dem Gegenſtande viſirt, indem ein zweyter Beobachter die Lage der Windroſe gegen einen queerüber auf die Abſehenslinie ſenkrecht geſpannten Faden bemerkt, woraus die Lage des Gegenſtandes in Abſicht der Weltgegenden leicht gefunden wird. — Die Abweichung der Magnetnadel zur See zu erfahren, beobachtet man mit dieſem Compaſſe den Ort, wo die Sonne auf- oder untergeht, und vergleicht dieſen mit dem berechneten, vorausgeſetzt, daß man die Breite ſeines Orts, und auch einigermaßen die Länge kenne. Man kann auch das Azimuth (8.) der Sonne, des Mondes oder eines Sterns gebrauchen, die Abweichung der Magnetnadel zu erfahren, wenn man das berechnete und das mit dem Compaſſe beobachtete mit einander vergleicht. Der zu Beobachtungen dieſer Art eingerichtete Peilcompaß erhält den Namen Azimuthcompaß. Das Azimuth wird aus dem Abſtande des Ortes und des Geſtirns vom Pole,

und

*) Vom Holländ. pylen, meſſen. Ich würde ihn Viſircompaß nennen.

und dem Abſtande des letztern vom Zenith (oder auch dem Winkelabſtande vom Meridian) berechnet.

212. Das Log iſt ein hölzernes Dreyeck (6 oder 7 Zoll hoch), an welches eine durch Knoten eingetheilte lange Leine, die Logleine, an der einen Spitze geknüpft iſt. Dieſes wird ins Waſſer gelaſſen, worin es ſich, wegen des in den untern, jener Spitze gegenüberſtehenden, Theil eingegoſſenen Bleyes, ſenkrecht ſtellt. Damit das Dreyeck aber ſeine breite Fläche dem Waſſer entgegenſtelle, iſt unten daran noch ein Stückchen Holz mit einer kurzen Schnur angebunden; eine andere kurze Schnur geht von der Logleine ab, und vereinigt ſich mit jener mittelſt eines Pflöckchens, der in ein Loch des Stückchens Holz geſteckt wird. So lange man von dem ſegelnden Schiffe ab die Logleine laufen läßt, ſtellt ſich die breite Fläche des Dreyecks dem Waſſer entgegen nach der Richtung des Schiffes; ſobald man, nach vollendetem Verſuche, das Log wieder einnehmen will, zieht man mit einem Ruck die Leine an ſich, der Pflock geht aus dem Stückchen Holz heraus, und das Dreyeck wendet ſeine ſchmale Fläche dem Schiffe zu. Mittelſt dieſes Werkzeuges ſucht man die Geſchwindigkeit eines ſegelnden Schiffes, ſeine Fahrt, zu erforſchen. Geſetzt, das Dreyeck ſtehe im Waſſer unbewegt, ſo kann man aus der Länge der abgewickelten Leine und der Zeit auf die Geſchwindigkeit des Schiffes ſchließen. Die Seemeilen werden von verſchiedener Größe gerechnet, von den deutſchen und däniſchen Schiffern 15 auf einen Grad; von den franzöſiſchen und holländiſchen 20, und von den engliſchen 60 auf einen Grad. Wir wollen 60 nehmen, ſo iſt eine Seemeile grade ſo viel, als eine Minute eines großen Kreiſes auf der Erdkugel. Den Verſuch mit dem Log läßt man eine halbe Minute

nach

nach einer dazu eingerichteten Sanduhr dauren. Theilt man nun die Logleine durch Knoten in gleiche Theile, deren jeder der 120ſte Theil einer Seemeile iſt, oder 47,64 Pariſer Fuß (50,78 engl.) hält (98.), ſo ſegelt das Schiff in einer Stunde ſo viele Seemeilen, als Theile abgewickelt ſind. Die Knotenlänge nimmt man aus Vorſicht ein wenig kürzer, als ſie genau ſeyn ſollte.

213. Das Log iſt kein ſicheres Mittel, die Geſchwindigkeit des Schiffes zu meſſen. Hat das Waſſer eine eigene Bewegung, ſo giebt es die Geſchwindigkeit zu klein an, wenn das Schiff mit dem Strome ſegelt, weil es von dem Strome mit fortgezogen wird; in dem gegenſeitigen Falle giebt es ſie zu groß an. Das Schiff wird, wenn es ſchief gegen den Strom ſegelt, etwas zur Seite getrieben, und hat eine zuſammengeſetzte Bewegung, deren Richtung von der Richtung des Kiels verſchieden iſt. Das Log folgt der Richtung des Stroms, und bleibt mehr oder weniger hinter dem Schiffe zurück, als es in einem ruhigen Waſſer thun würde. Um dem Log mehr Standhaftigkeit zu verſchaffen, iſt vorgeſchlagen, mit demſelben einen Körper von einer großen Oberfläche, als zwey rechtwinklicht zuſammengefügte blecherne Platten an einem Tau von 50 bis 60 Fuß Länge zu verbinden. Das Log wird auf Kriegsſchiffen gewöhnlich alle Stunden gebraucht; auf Kauffahrteyſchiffen alle zwey Stunden.

214. Die Abweichung der Richtung des Laufes von der Richtung des Kiels, die Abdrift (franz. derive, engl. leeway), wird auch durch einen ſchief in die Segel ſtoßenden Wind verurſacht. Daher muß man die Angabe des Compaſſes, welche bloß auf die Richtung des Kiels geht, zu verbeſſern ſuchen.

215. Die Höhen der Himmelskörper auf der Erde zu meſſen, nimmt man einen beſchwerten Faden

zu Hülfe, welcher auf dem Inſtrumente den Bogen zwiſchen dem Zenith und der Geſichtslinie nach dem Geſtirne hin abſchneidet. Allein auf der See kann man, wegen des Schwankens des Schiffes, dieſes Hülfsmittel durchaus nicht gebrauchen. Ehemahls bediente man ſich des **Jakobsſtabes** oder **Gradſtockes**, der aus zwey ſenkrecht gegen einander geſtellten Hölzern beſteht, wovon das eine ſich über dem andern verſchieben läßt. Jetzt ſind zwey von Engländern erfundene Werkzeuge gebräuchlich; der engliſche Schiffsquadrant und der hadleyiſche Reflexionsoctant.

216. Der **engliſche Schiffsquadrant** iſt ein Viertelkreis, der aus zwey Bogen von ungleichen Halbmeſſern zuſammengeſetzt iſt, um das Inſtrument leichter zu machen. Der Bogen FG (Fig. 33.) pflegt 60 Grad, der andere ED 30 Grad zu enthalten. Auf dem Bogen FG läßt ſich eine Diopter B verſchieben, in welche ein convexes Glas gefaßt iſt, wodurch das Bild der Sonne auf eine beſtimmte Stelle auf der Diopter bey C, in dem Mittelpuncte beider Bogen, fällt. Die Diopter B ſtellt man auf einen gewiſſen Grad, nach Maaßgabe der Höhe der Sonne. Die gleichfalls bewegliche Diopter A auf dem Bogen DE verſchiebt der Beobachter, das Inſtrument ſenkrecht haltend, ſo lange, bis er den Horizont durch einen Einſchnitt in der Diopter C nach der Richtung AH erblickt. Die Summe der Bogen AE und FB giebt die Höhe der Sonne über dem Horizont. Auf dem Bogen DE ſind die Grade durch Transverſalen in kleinere Theile getheilt, oder es iſt an der Diopter A ein Nonius (Geom. 245.) angebracht. Der kleinere Bogen FG iſt nur in Grade getheilt.

217. Noch vorzüglicher iſt der **Hadleyiſche Reflexionsoctant**. Der Bogen AB (Fig. 34.) enthält

nur

nur 45 Grade, iſt aber in 90 Theile getheilt, und thut die Dienſte eines Quadranten. Um den Mittelpunct C iſt die Regel CD beweglich, auf deren Kopfe E ein Spiegel FG befeſtigt iſt. Auf dieſen fällt von der Sonne oder einem andern Geſtirne der Strahl SC, wird von da nach einem kleinern Spiegel I zurückgeworfen, und geht von dieſem nach der Richtung HIO durch ein an dem Inſtrumente bey O befeſtigtes Fernrohr in das Auge des Beobachters. Von dem Spiegel I iſt nur die dem Inſtrumente zunächſt liegende Hälfte mit Queckſilber belegt, die andere von dem Inſtrumente entferntere Hälfte iſt frey gelaſſen, damit der Beobachter zugleich nach dem Horizonte durch den unbelegten Theil viſiren könne. Das Werkzeug wird, in einer ſenkrechten Lage, immer ſo gehalten, daß der Horizont durch die unbelegte Hälfte des Spiegels erſcheint. Die Spiegel ſind beide ſo geſtellt, daß ihre Ebenen parallel ſind, wenn die Regel CD auf den erſten Theilungspunct A oder den Nullpunct fällt. Giebt man nun der Regel dieſe Lage, und viſirt nach einem Objecte, ſo muß das Bild, welches man durch die Zurückwerfung ſieht, mit dem Objecte ſelbſt, das man durch den unbelegten Theil des Spiegels erblickt, gleich hoch neben demſelben erſcheinen. Geſchähe es nicht, ſo müßte man die Lage des kleinen Spiegels ändern. Befände ſich nun ein Geſtirn im Horizonte, ſo würde man, wenn die Regel durch den Nullpunct geht, das Bild deſſelben durch die doppelte Zurückwerfung neben dem Horizonte erblicken. Iſt das Geſtirn S über dem Horizonte in irgend einer Höhe, ſo ſchiebt man CD ſo lange, bis das Bild von S auf dem Spiegel I in den Horizont fällt, und wenn es die Sonne iſt, bis ihr oberer oder unterer Rand den Horizont berührt. Alsdann iſt der Winkel ACD die halbe Höhe des Geſtirns. Darum iſt AB in 90 Theile getheilt, da-

mit die Höhe dadurch unmittelbar angegeben werde. Der Grund, warum der Winkel ACD der halben Höhe des Geſtirns gleich iſt, liegt darin, daß der Winkel ICS ſich doppelt ſoviel verändert, als die Lage des Spiegels FG gegen den unveränderlichen zurückgeworfenen Strahl CI *).

218. Der Horizont des Meers, deſſen ſich ein Schiffer bedienen muß, (die Kim in der Sprache der Schiffer) giebt nicht genau eine horizontale Linie. Wegen der Krümmung der Erde, und der Erhöhung des Beobachters über der Meeresfläche iſt die Geſichtslinie an den Horizont eine die Kugel berührende Linie, welche ſich unter den wahren Horizont ſenkt. Die Höhe des Geſtirns wird daher um einige Minuten zu groß gefunden, welches ſich berechnen und in eine Tafel bringen läßt. Übrigens muß die gefundene Höhe wegen der Strahlenbrechung verbeſſert werden. Bey der Sonne und dem Monde muß man ihre ſcheinbaren Halbmeſſer wiſſen, um ſie zu der Höhe des untern Randes zu addiren, oder von der Höhe des obern abzuziehen.

219. Die **Charten**, deren ſich die Seefahrer bedienen, ſind entweder **platte** oder **reducirte**. Jene ſtellen

*) Man verlängere den einfallenden Strahl SC bis an die horizontale HO in K, und ziehe in C auf den Spiegel die ſenkrechte CH bis an jene horizontale. Es iſt der W. SKH die Höhe des Geſtirns, und SKH = SCI — CIK. Weil HC den Winkel SCI halbirt (Naturl. 491.), ſo iſt SKH = 2 ICH — CIK. Die Lage von CH ändert ſich eben ſo, wie die des Spiegels, daher die Veränderung der Höhe des Geſtirns doppelt ſo groß iſt, als die Veränderung der Lage des Spiegels. — Zieht man auf den Spiegel I eine ſenkrechte, und mit dieſer durch C eine parallele, ſo iſt der Winkel der letztern mit CH dem Winkel der Spiegel gleich, und die Hälfte von SKH.

ſtellen ein Stück der Erdfläche als eben vor, und können nur bey kleinen Gegenden, als einer Bay oder einem kleinen Theile einer Küſte, gebraucht werden. Die reducirten (205.), oder wie ſie der deutſche Schiffer nennt, die runden Charten, ſind zur See einzig allgemein brauchbar. Auf einer Seecharte werden von den Ländern nur die Küſten, die Häfen, die Mündungen der Flüſſe, gezeichnet, außerdem aber alles, was auf dem Meere dem Schiffer zu wiſſen nothwendig iſt, als Inſeln, Klippen, Sandbänke, Meerſtröme, Waſſertiefen u. dgl. An mehreren Stellen werden die 32 Striche des Compaſſes aufgetragen, damit der Schiffer, wenn er von irgend einem Orte aus eine Linie zieht, die er zu befolgen gedenkt, durch eine Parallele mit derſelben an die nächſte Windroſe, leicht den Strich erfahre, nach dem er ſein Schiff zu richten hat, oder auch, daß er den zurückgelegten Weg bequem auf die Charte tragen könne, wenn er den gehaltenen Curs weiß. Die graphiſchen Operationen auf der Charte nennt der Schiffer: Beſteck ſetzen.

220. Ein Schiff hält, zwar gewöhnlich nicht während der ganzen Reiſe, aber doch durch beträchtliche Theile des Weges denſelben Curs, ſo daß ſein Weg, wenn er nicht ein Bogen eines Meridians ſelbſt iſt, alle Meridiane unter demſelben Winkel ſchneidet, und ſowohl auf der Kugel als auf jeder Vorſtellung derſelben eine krumme Linie von beſonderer Natur iſt, außer auf den reducirten Charten, wo er durch eine gerade Linie vorgeſtellt wird. Der Weg eines Schiffes, das denſelben Curs hält, heißt die **loxodromiſche Linie** (die ſchieflaufende), deren Berechnung dem Seefahrer ſehr nöthig iſt, weswegen man auch loxodromiſche oder Strichtafeln berechnet hat, welche für die acht Striche eines Qua-

dranten auf dem Compaſſe für jede Meile des Weges vom Äquator an die dazu gehörige Länge und Breite angeben. Der Schiffer kann alſo aus dem Curs, den er gehalten, und dem Wege, wenn er die Länge und Breite des einen Endpunctes weiß, den Unterſchied der Länge und Breite des andern Endpunctes finden. Nothwendig iſt dem Schiffer die Tafel der Meridionaltheile, in welcher die vergrößerte Länge der Breitenkreiſe vom Äquator an, wie ſie in den reducirten Charten aufgetragen werden, angegeben iſt. Mit dieſer Tafel mag er allenfalls die Strichtafel entbehren. Hier iſt ein kleiner Auszug aus einer ſolchen Tafel.

Breite auf der Kugel.	Meridionaltheile.	Breite auf der Kugel.	Meridionaltheile.
600 Min.	603,1	3600 Min.	4527,4
1200	1225,1	4200	5966,0
1800	1888,4	4800	8375,5
2400	2622,7	5399	30375,0
3000	3474,5		

221. Geſetzt nun, es wiſſe ein Schiffer den zurückgelegten Weg und den Curs, ſo kann er von dem zuletzt auf der Charte bemerkten Orte ſeines Schiffes die Richtung des Weges nach dem Curs zeichnen, und die Länge deſſelben nach der Größe der Meridiangrade zwiſchen den Parallelen der Breite, wo er ſich befindet, auftragen. Dadurch erfährt er, wie viel er Länge und Breite verändert hat. Dieſe Verzeichnung ſeines Weges muß er ſo oft, als es nur immer thunlich iſt, vornehmen. Noch genauer läßt ſich dieſes nach (220.) berechnen. Der Winkel, den die Richtung des Schiffes mit dem Meridian, nach der Angabe des Compaſſes macht, heißt der geſegelte oder angelegene Curs; der wegen der Abweichung der Magnetnadel

und

und der Abdrift verbeſſerte wahre Winkel, ſo wie er in der Schiffsrechnung gebraucht, oder auf der Charte abgeſetzt wird, heißt der behaltene Curs. Der Schiffer muß den Punct ſeiner Abfahrt nicht allein genau bemerken, ſondern kurz vorher, ehe er die Küſte verliert, wo möglich, die Lage zweyer auf der Charte bemerkten Örter mit dem Peilcompaſſe aufnehmen, den beobachteten Strich auf der Charte durch jeden Ort ziehen, ſo giebt der Durchſchnitt beider Striche die Stelle an, wo ſich das Schiff noch zur Zeit der Beobachtung befand. Er mag aber auch, wenn er im Schätzen geübt iſt, bloß nur die Richtung eines Puncts auf der Charte peilen, und die Entfernung nach dem Augenmaaße ſchätzen. Jenes Verfahren heißt: den Punct der Abfahrt durch eine Kreuzpeilung feſtlegen; das andere nennt man eine einfache Peilung. Solche Beobachtungen wird er bey jeder bekannten Küſte vornehmen, um ſeine Angaben dadurch zu verbeſſern.

222. Dieſes Verfahren, den Ort des Schiffes durch Schätzung der Länge des Weges und der Richtung zu beſtimmen, heißt die Schiffsrechnung (Giſſing bey den holländiſchen und deutſchen Schiffern; franz. eſtime; engl. the dead reckoning). Sie beſteht in der Auflöſung des rechtwinklichten Dreyecks, welches der Weg des Schiffes, die Veränderung der Breite und die Veränderung der Länge auf einem Parallelkreiſe mit einander machen, von welchen Seiten die beiden letztern den rechten Winkel einſchließen, die erſte aber die zweyte unter einem ſpitzen Winkel ſchneidet, welcher der Curs iſt. Zwey von dieſen Stücken (außer dem rechten Winkel) ſind gewöhnlich gegeben; am öfterſten Curs und Weg, oder Curs und Veränderung der Breite, auch wol Weg und Veränderung der Breite. Die beiden verſchiedenen Arten

dieſes Dreyeck darzuſtellen, eine auf der platten Charte, die andere auf der runden oder reducirten, geben zwey Hauptabtheilungen der Steuermannskunſt, das Segeln nach der platten, und das nach der runden Charte. Zwiſchen beiden hält das Segeln nach der Mittelbreite die Mitte, wenn bey der Auflöſung des obigen Dreyecks dasjenige Verhältniß der Grade der Länge zu den Graden der Breite zum Grunde gelegt wird, welches in dem Mittelpuncte der Veränderung der Breite Statt findet. In der Planſchifffahrt rechnet man den Unterſchied der Länge nicht nach Graden, ſondern nach Meilen, und nennet denſelben ſchlechtweg die Abweichung. Für die Auflöſung des vorher beſchriebenen Dreyecks auf den Plancharten hat der Schiffer eigene Tafeln.

223. Die Schiffsrechnung bleibt aber immer unſicher. Darum muß der Seefahrer, ſo oft er kann, die Länge und Breite ſeines Ortes durch aſtronomiſche Beobachtungen zu erfahren ſuchen. Die Breite macht nicht viele Schwierigkeit, beſonders wenn man die Höhe der Sonne zu Mittage oder die Höhe eines Sterns im Durchgange durch den Meridian zu beobachten Gelegenheit hat. Denn da man ihre Declination leicht wiſſen kann, die der Sonne nämlich aus einem aſtronomiſchen Kalender oder aus Ephemeriden, und die der Sterne aus den Sternverzeichniſſen, ſo giebt der Unterſchied oder die Summe der Höhe und der Declination die Höhe des Äquators, deren Complement die Polhöhe oder Breite des Orts iſt (10.). Die Zeit, da das Geſtirn im Meridiane iſt, erfährt man hiezu hinlänglich genau mittelſt des Compaſſes. Ein kleiner Fehler in der Zeit iſt nicht ſchädlich, weil das Geſtirn nahe bey dem Meridiane ſeine Höhe wenig ändert. Man fängt die Beobachtung etwas vor der Zeit an, ehe

ehe der Himmelskörper in den Meridian kommt, und ſetzt ſie ſo lange fort, bis man ſicher iſt, daß die Höhe wieder abnimmt. Bey einer Beobachtung der Sonne muß man ohngefähr die Länge ſeines Orts wiſſen, damit man die Declination der Sonne zur Zeit der Beobachtung habe, welche in den Ephemeriden nur für den Mittag des Orts gilt, für den ſie berechnet ſind, und daher unter einem andern Meridiane eine kleine Verbeſſerung, der Zwiſchenzeit der Mittage gemäß, nöthig hat. — Kann man keinen Durchgang der Sonne oder eines Sterns durch den Meridian beobachten, ſo läßt ſich doch aus drey Höhen außer der Meridianfläche, aber in der Nähe derſelben, und den Zwiſchenzeiten der Beobachtung die Meridianhöhe herleiten, am leichteſten, wenn die Zwiſchenzeiten gleich ſind *).

224. Die wahre Zeit (168.) muß dem Beobachter zur See, beſonders zur Erforſchung der Länge, möglichſt genau bekannt ſeyn. Ein Mittel iſt, die Zeit des Aufganges oder Unterganges der Sonne zu beobachten, welche man aus der bekannten Breite des Orts auch berechnen, oder mittelſt berechneter Tafeln wiſſen kann. Der Unterſchied der berechneten und beobachteten Zeit iſt die Abweichung der Uhr. Die Strahlenbrechung kann hier aber einige Unrichtigkeit verurſachen. — Zuverläſſiger iſt es, aus der Breite des Ortes, der Abweichung der Sonne und ihrer Höhe die Entfernung derſelben vom Meridian oder den Stundenwinkel zu berechnen, und dieſen mit der Zeit der Uhr zu vergleichen. Iſt die Breite nicht zuverläſſig bekannt, ſo beobachtet man zwey Höhen der Sonne,

 und

*) S. Traité de navigation par M. Bouguer et de la Caille. p. 204. Die Regel iſt daſelbſt ohne Noth ſehr weitläufig abgefaßt.

und ſucht aus dieſen, der Zwiſchenzeit der Beobach- tungen, der Abweichung der Sonne und der gemuth- maßten Breite die Zeit der Beobachtungen, und fer- ner die mittägliche Höhe der Sonne, welche letztere, unter den gehörigen Umſtänden, ſehr nahe gefunden wird, ſo daß aus ihr die Breite, und daraus wieder die Zeit berichtigt werden kann. Gebraucht man ei- nen Stern, ſo giebt der Stundenwinkel, wegen des bekannten Unterſchiedes der Rectaſcenſionen des Sterns und der Sonne, auch den Stundenwinkel der letztern. Man kann nur bey Nacht den Horizont nicht genau genug wahrnehmen, und bleibt daher wegen der Höhe eines Sterns 2 bis 3 Min. ungewiß.

225. Das wichtigſte und ſchwerſte iſt die Erfor- ſchung der **Länge zur See.** Das engliſche Parla- ment ſetzte im Jahr 1714 eine Belohnung von 20000 Pfund Sterling auf eine ſichere Methode, die Länge zur See bis auf einen halben Grad zu beſtimmen. Die Länge zur See iſt wie auf dem Lande der Winkel, welchen der Meridian des Schiffes mit einem gewiſſen Meridiane, es ſey dem von Ferro oder Greenwich, London, Paris, oder ſonſt einem bekannten, macht. Die Methoden, welche man auf dem Lande gebraucht, haben zur See viele Schwierigkeiten. Auf eine Monds- oder Sonnenfinſterniß kann man nicht warten; die letztere würde auch dem größten Theile der Seefahrer zu viele Schwierigkeiten machen. Bedeckungen der Sterne ſind auch nicht häufig genug, und erfordern eben ſo beſchwerliche Rechnungen als die Sonnenfin- ſterniſſe. Die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten ſind zwar häufig genug, wenn Jupiter nur nicht nahe bey der Sonne ſteht; auch iſt die Berechnung der Län- ge aus den Beobachtungen ſehr leicht, weil man nur die in den Ephemeriden angegebene Zeit des Eintritts

oder

oder Austritts mit der beobachteten vergleichen darf; aber das Schwanken des Schiffs macht die Beobachtung ſehr beſchwerlich, wiewohl nunmehr die kürzern Dollondiſchen Fernröhre die Beobachtung ſehr erleichtern. Das bequemſte Mittel für einen Seefahrer wäre eine Uhr, die aller mannigfaltigen Urſachen, wodurch der Gang einer gewöhnlichen Uhr auf Seereiſen verändert wird, ungeachtet, einen gleichförmigen Gang behielte. Der Unterſchied der Zeit des Mittags auf dem Schiffe und der Zeit nach der Uhr giebt unmittelbar den Unterſchied der Länge des Ortes, für welchen die Uhr geſtellt iſt, und desjenigen, wo ſich das Schiff befindet. Eine ſolche Uhr wollte Harriſon in England erfunden haben, und die erſten Proben damit fielen ſo glücklich aus, daß er wirklich die Hälfte von der ausgeſetzten Belohnung erhielt; allein fernere Proben ſollen gezeigt haben, daß ſie die Länge doch bis auf einen ganzen Grad unbeſtimmt ließ. Seitdem haben mehrere engliſche Künſtler mit einander in der Verfertigung genauer Seeuhren gewetteifert. Insbeſondere wird eine Seeuhr (Time-keeper) von Mudge als das einzige Kunſtſtück in ſeiner Art von Kennern gerühmt. Es werden auch Taſchenuhren (Chronometer) verfertigt, vorzüglich von Emery und Arnold, die einen ſo gleichförmigen Gang haben, daß ſie auf der See, und auch auf dem Lande, zur Beſtimmung der Länge ſehr brauchbar ſind *). Die Uhren zweyer franzöſiſchen Künſtler, Berthoud und le Roy, haben auf Seereiſen ſehr gut die Probe beſtanden. Ein Uhrmacher zu Rendsburg, Armand, hat Seeuhren verfertigt, die die Meereslänge bis auf einen halben Grad angeben.

226.

*) Ein Taſchen-Chronometer von Arnold, in goldnem Gehäuſe, koſtet etwa 120 Pf. Sterling; eine ſehr genaue Secunden-Taſchenuhr, zum aſtronomiſchen Gebrauche, in ſilbernem Gehäuſe, 25 Guineen.

226. Es iſt inzwiſchen mißlich, die Wohlfahrt eines ganzen Schiffes von einer wandelbaren Maſchine abhängen zu laſſen. Darum bleiben aſtronomiſche Beobachtungen immer das ſicherſte Mittel, die Länge zur See zu beſtimmen. Vorzüglich gebraucht man jetzt Beobachtungen des Mondes, die man ehedem nicht ſo nützen konnte, als die Bewegung deſſelben noch nicht hinlänglich bekannt war. Seitdem aber Mayer *) ſeine vortrefflichen Mondstafeln geliefert hat, iſt die Methode, die Länge zur See vermittelſt des Mondes zu finden, immer mehr vervollkommnet worden. Ein Aſtronom, der mit Cook die Welt umfahren hat, verſichert, daß durch ſie die Länge innerhalb eines Sechstheils oder höchſtens eines Fünftheils eines Grades ſich finden laſſe, und daß jetzt die Rechnung von einem mäßigen Rechner innerhalb einer Viertelſtunde vollendet werden könne, da ſonſt der geübteſte nicht unter drey bis vier Stunden damit fertig werden konnte. Sollte auch mancher Schiffer dieſe Genauigkeit nicht erreichen können, ſo iſt dieſes in gewöhnlichen Fällen nicht nachtheilig, wenn nur der mögliche Fehler noch innerhalb des ihm überſehbaren Stückes der Erdfläche fällt. Zur Beſtimmung der Lage der Küſten und Inſeln wird die möglichſte Genauigkeit erfordert.

227. Die zu dieſem Geſchäffte nöthigen Rechnungen werden größtentheils vorher gemacht, und dem Seefahrer mitgetheilt. In dem Schiffskalender, der jetzt jährlich zu London herauskömmt, iſt für jeden Tag der wahre Abſtand des Mittelpuncts des Mondes von der Sonne oder einigen der hellſten Fixſterne von 3 zu 3 Stunden nach dem Greenwicher Meridian angege-

*) Mayer war Profeſſor in Göttingen. Seine Erben bekamen 3000 Pf. Sterling für die Mondstafeln, wiewohl ſie eben ſo gut 10000 Pfund verdient haben möchten, als Harriſons Uhr.

gegeben. Dergleichen Kalender kommen auch an andern Orten heraus. Nun beobachtet man auf der See, nachdem die Uhr möglichſt genau nach dem wahren Mittage des Schiffes geſtellt iſt, die Entfernung des Mondes von der Sonne oder demjenigen Fixſterne, der in dem Kalender für den Tag der Beobachtung angegeben iſt, und läßt, wenn man zwey erfahrne Gehülfen hat, dieſe in demſelben Augenblicke die Höhe des Mondes und des Sternes nehmen. Es ſtelle nämlich (Fig. 35.) HZO die Hälfte eines Meridians vor, in welchem Z das Zenith, P der Pol, HO der Horizont iſt. In L ſey der Mond, in S zu gleicher Zeit die Sonne oder ein Stern *). Man mißt vermittelſt eines Reflexionsoctanten den Bogen LS, oder den ſcheinbaren Abſtand des Mondes von der Sonne oder dem Sterne; und zugleich die Höhen LM, SN. Hierauf berechnet man in dem ſphäriſchen Dreyecke ZLS, aus den Seiten ZL, ZS, als den Complementen der Höhen, und aus LS den Winkel LZS. Der Mond wird durch die Parallaxe beträchtlich erniedrigt, und durch die Refraction, ſo wie auch der Stern etwas, oft nur ſehr wenig erhöht. Der wahre Ort des Mondes ſey l, der Sonne oder des Sternes s; die Veränderung des Orts wegen der Parallaxe und Refraction läßt ſich berechnen, auch in Tafeln darſtellen, folglich kann man Zl und Zs leicht berechnen, und darauf aus dieſen Seiten mit dem unveränderten Winkel LZs die wahre Entfernung ls des Mondes von dem Sterne finden. Trifft dieſe mit einer von denen im Schiffskalender angegebenen überein, ſo iſt die Zeit der Beobachtung genau die in dem Kalender dabey angegebene, diejenige nämlich, zu welcher ein Beobachter in dem Mittelpuncte der Erde den Mond eben ſo weit

*) Die Entfernung des Mondes von dem Sterne oder der Sonne iſt in der Figur zu klein gemacht. Man nimmt ſie faſt nie unter 20 Gr., zuweilen über 100 Gr.

weit von dem Sterne oder an derſelben Stelle am Himmel ſehen würde, die Zeit von dem Mittage zu Greenwich an gerechnet. Nun vergleicht man mit dieſer Zeit die Zeit ſeit Mittage auf dem Schiffe. Dieſe ſey 2 Stunden 40 Min. zurück, ſo iſt dieſes ein Beweis, daß man 40 Grad weſtwärts von Greenwich iſt, 15 Grad für eine Stunde gerechnet (93.). — Trifft der Abſtand des Mondes nicht genau mit einem der angegebenen überein, ſo ſucht man nach Verhältniß der Bewegung des Mondes in 3 Stunden die Zeit, zu welcher nach der Greenwicher Uhr der Mond den beobachteten Abſtand haben ſollte. Hat man keinen Gehülfen, ſo beobachtet man zuerſt die Höhe des Sterns, gleich darauf den Abſtand des Mondes, und unmittelbar nach dieſem die Höhe des Mondes. Die beobachteten Höhen ſind zwar nicht genau dieſelben zur Zeit der Beobachtung des Abſtandes, laſſen ſich aber durch Berechnung eines ſphäriſchen Dreyeckes, wie ZPS, oder durch Beobachtungen mehrerer Höhen, auf die hier nöthigen reduciren. — Der Schiffskalender vertritt alſo die Stelle eines Aſtronomen, der in Greenwich zu gleicher Zeit mit dem Seefahrenden eine Beobachtung des Mondes machte, und ſie ihm unmittelbar mittheilte. Für den ungelehrten Schiffer ſind ausführliche Tafeln berechnet, worin er die Verbeſſerungen wegen der Parallaxe und Refraction nur aufzuſchlagen braucht. Man hat ihm auch Kupferſtiche geliefert, auf welchen er das mißt, was die Rechnung geben würde.

228. Iſt nun ſolchergeſtalt die Breite und Länge bekannt, ſo kann man den Ort des Schiffes auf der Charte genau angeben, die Schiffsrechnung damit vergleichen, die Beſchaffenheit und Größe der Urſachen, welche die Schätzung unrichtig gemacht hatten, unterſuchen,

ſuchen, für das künftige daraus Regeln und Anmerkungen ziehen, und den fernern Lauf des Schiffes beſtimmen.

229. Ein Schiffer muß außer den eigentlichen aſtronomiſchen Kenntniſſen und Geſchicklichkeiten noch manche andere beſitzen. Er muß im Stande ſeyn, eine Küſte aufzunehmen, es ſey vom Lande oder von der See aus; er muß ſowohl ein guter Zeichner geometriſcher Conſtructionen als Rechner ſeyn, um durch beides ſich zu helfen und vor Fehlern zu verwahren; er wird die Beſchaffenheit der Ebbe und Fluth kennen müſſen, auch die Ströme und Winde gewiſſer Gegenden der See, desgleichen die Beſchaffenheit der Ufer, oft auch des Grundes der See. Er wird die beſte Art des Weges zu wählen verſtehen müſſen. Der gerade iſt nicht immer der beſte. Man könnte, wenn man einen gewiſſen Curs, welcher der Charte oder Rechnung nach zu dem Orte der Beſtimmung führt, befolgen wollte, durch allerhand Urſachen ſehr weit vom Ziele abgebracht werden. Darum iſt es oft beſſer, daß man ſeinen Weg gerade Süd- oder Nordwärts nimmt, um auf den Parallelkreis des Ortes, den man erreichen will, zu kommen, und von da gerade auf den Ort zu ſegeln. Man ſucht ſich auch die beſtändigen Winde zu nutze zu machen. Will man z. B. von Europa nach den weſtindiſchen Inſeln, ſo ſucht man ſobald als möglich in die heiße Zone zu kommen, weil daſelbſt ein beſtändiger Oſtwind wehet.

III. Die mathematiſche Chronologie.

230. Die mathematiſche Chronologie beſchäfftigt ſich mit der Eintheilung der Zeiten, dem Laufe der Sonne und des Mondes gemäß; lehrt die Einrichtung des Kalenders; unterſucht die aſtronomiſchen Cyklen und

und Perioden; beſtimmt die Epochen oder Anfänge der Jahrrechnungen bey verſchiedenen Völkern; und giebt der hiſtoriſchen Chronologie die nöthigen Grundkenntniſſe und Data zu ihren Unterſuchungen. — Zu unſerm jetzigen Gebrauche könnte ſie ſehr kurz und bequem ſeyn. So aber iſt ſie ein altes gothiſches Gebäude, das wir nicht niederreißen dürfen, weil es ein allgemeines Fideicommiß iſt, wenn wir auch gleich es weit bequemer und ſchöner wieder aufbauen könnten.

231. Ein **bürgerlicher Tag** iſt bey uns die Zeit von Mitternacht zu Mitternacht, wobey wir uns aber, und mit Recht, mehr nach einer gleichförmig gehenden Uhr oder der mittlern Sonnenzeit, als nach der wahren zu richten pflegen. Einige Völker fangen ihren Tag mit Aufgang der Sonne, andere mit Untergang der Sonne an, weil dieſes ſinnliche Begebenheiten ſind, die Zeit der Mitternacht aber nicht. Die Aſtronomen fangen den Tag mit Mittag an.

232. Die Zeit eines Tages iſt von jeher faſt durchgehends in 24 gewöhnlich gleiche Theile oder **Stunden** eingetheilt. Die Juden geben ſowohl dem natürlichen Tage, vom Aufgange der Sonne bis zu ihrem Untergange, als der Nacht 12 gleiche Stunden, die alſo nach der verſchiedenen Länge der Tage und Nacht veränderlich ſind. Die Italiener zählen vom Untergange der Sonne 24 Stunden in ununterbrochener Reihe fort. Von der ſonderbaren Art die Stunden zu zählen, welche in Nürnberg und einigen andern fränkiſchen Reichsſtädten neben der gemeinen Art üblich iſt, giebt Hr. Nicolai in ſeiner Reiſebeſchreibung Th. 1. S. 242. und Beylagen S. 107. ff. Nachricht. — Daß eine Stunde 60 Minuten, eine Minute 60 Secunden, eine Secunde 60 Tertien enthält, wird jedem bekannt ſeyn.

233. Eine Zeit von 7 Tagen hat faſt bey allen Völkern, ſelbſt bey den Peruanern, einen beſondern Abſchnitt, eine **Woche** ausgemacht, vermuthlich weil der Mond, welcher den älteſten Völkern zur Eintheilung ihrer Zeiten diente, von ſieben zu ſieben Tagen ſeine Lichtgeſtalt ändert. Die Zeit von einem Neumonde zum andern iſt etwas kleiner, als der zwölfte Theil eines jährlichen Sonnenumlaufes am Himmel, welches die Eintheilung des Jahrs in 12 Monate veranlaßt hat. Die Griechen theilten den Monat in drey Zehende; die Römer rechneten 8 Tage auf eine Woche.

234. Der **mittlere ſynodiſche Monat** iſt nach aſtronomiſcher Rechnung 29 T. 12 St. 44′ 3″ lang (49.). Unſere **bürgerlichen** oder **Kalender-Monate** haben mit dem Mondslaufe nichts zu thun, ſondern ſind Abſchnitte des Jahrs, theils von 30, theils von 31 Tagen, einer nur von 28 oder 29 Tagen. Einige Völker rechnen nach **Mondenmonaten**, die ihren Anfang mit dem neuen Lichte nehmen, es ſey nun, daß dieſes durch Rechnung oder durch die Erblickung des Neumondes beſtimmt wird. Die alten Völker haben wol alle nach Mondenmonaten gerechnet, die ſie anfangs zu 30 Tagen, hernach abwechſelnd zu 30 und 29 Tagen, angenommen haben. Der **aſtronomiſche Sonnenmonat** iſt die Zeit, welche die Sonne in jedem der 12 himmliſchen Zeichen zubringt.

235. Die **Form des Jahrs** iſt von jeher immer ſehr mannigfaltig geweſen. Man kann ſie bequem in drey Hauptarten bringen. Die erſte iſt ein verbundenes Monden- und Sonnenjahr; die zweyte ein freyes Mondenjahr; die dritte ein freyes Sonnenjahr.

236. Diejenigen Völker, bey welchen es mit zum Gottesdienſte gehörte, daß ihre Feſte und Feyerlichkeiten nicht allein auf denſelben Tag des Monats, ſondern auch in dieſelbe Jahrszeit fielen, mußten den Sonnen- und Mondenlauf mit einander zu vereinigen ſuchen. In dieſem Falle waren beſonders die Griechen und Juden. Jene haben anfangs wie andere Völker den Monat zu 30 Tagen gerechnet. Als ſie aber bald merken mußten, daß dieſes zuviel war, machten ſie den Monat abwechſelnd 29 und 30 Tage groß. Ein Jahr von 12 ſolchen Monaten, das 354 Tage betrug, war merklich kleiner als ein Sonnenjahr. Darum ſchalteten ſie zuerſt alle 2 Jahre, darauf alle 4 Jahre einen Monat ein, in der Folge alle 8 Jahre 3 Monate, bis daß Meton, ein Athenienſer, (433 Jahr vor Chriſti Geburt) eine Periode von 19 Jahren einführte, in welcher alle 3 oder 2 Jahre ein Monat zu 30 Tagen, überhaupt ſieben eingeſchoben wurden. Dieſe 19mahl 12 und 7 Mondenmonate enthalten aſtronomiſch 6939 T. 16 St. 31′ 45″, da 19 Sonnenjahre 6939 T. 14 St. 27′ 12″ ſind. Es entfernten ſich daher erſt nach 219 Jahren die Nachtgleichen und Sonnenſtillſtände um Einen Tag von ihrer Stelle. Die Jahre waren freylich ſehr ungleich; ſieben von 384 Tagen; die andern 12 theils von 354, theils von 355 Tagen. Denn die 19 Jahre von 12 abwechſelnden Monaten zu 29 und 30 Tagen betragen mit den 7 eingeſchalteten Monaten nur 6936 Tage. Es mußte daher von Zeit zu Zeit ein Monat um 1 Tag verlängert werden. Dieſer Cyklus von 19 Jahren ward in Griechenland mit ſo großem Beyfalle aufgenommen, daß die Folge der Jahre und Monate mit goldenen Zifern eingegraben ward, daher die Zahl jedes Jahrs in dieſem Cyklus noch jetzt die güldene Zahl genannt wird, z. B. das Jahr

1793

1793 iſt das 8te in demſelben, und die güldene Zahl 8.

237. Die Juden haben noch jetzt die griechiſche Form des Jahrs, aber mit rabbiniſchen Grübeleyen überladen. Sie bedienen ſich ſchon ſeit langer Zeit einer cykliſchen Rechnung. Vorher, zu den Zeiten ihrer Republik, beſtimmten ſie die Zeit des ſichtbaren Neumondes, der von ihnen jedesmahl gefeyert ward, durch Beobachtung. Ihre Feſte hiengen von dieſem erſten Tage des Monats ab, waren aber auch an die Jahrszeiten gebunden. Der Anfang ihres bürgerlichen Jahrs geſchieht mit einem Neumonde gewöhnlich im September, 5½ Monate nach dem Oſterfeſte.

238. Die zweyte Form des Jahrs iſt das freye oder einfache Mondenjahr, welches an das Sonnenjahr gar nicht gebunden iſt, und aus 12 Mondenmonaten beſteht, die zum Theil 354 Tage, zum Theil 355 Tage, ausmachen, wegen des Überſchuſſes von 8 St. 48′ 36″ des aſtronomiſchen Mondenjahrs über das bürgerliche von 354 Tagen, welcher in 30 Jahren zu 11 Tagen und 18 Min. anwächſt, daher gegen 19 Jahre von 354 Tagen, 11 Jahre von 355 Tagen fallen. Der Anfang dieſes Jahrs geht in Abſicht der Jahrszeiten allemahl um 11 oder 10 Tage zurück. Die Araber und Türken bedienen ſich dieſer Form noch gegenwärtig.

239. Die dritte Form iſt das freye Sonnenjahr, welches ſich an den Mondlauf nicht bindet. Von dieſer Art war das zwar fehlerhafte alte ägyptiſche Jahr, welches 12 Monate von 30 Tagen und 5 am Ende zugeſetzte Tage enthielt. Die Ägypter waren durch die jährliche Überſchwemmung des Nils genöthigt, ſich an den Lauf der Sonne in ihrer Zeitrechnung zu binden. Ihre frühen Beobachtungen

des Sonnenlaufs veranlaßten ſie, ſich ganz an denſelben zu halten, und das Jahr ſo einzutheilen, wie ſie den Thierkreis eintheilten. Sie ſcheinen den Überſchuß des tropiſchen Jahrs über 365 Tage früh gekannt zu haben. Nach alt ägyptiſcher Art rechnet Moſes in der Geſchichte der Sündfluth die Monate zu 30 Tagen.

240. Das **alte römiſche Jahr** verdiente den Namen eines Jahrs gar nicht. Unter Romulus beſtand es nur aus 10 Monaten oder 304 Tagen, weil die Römer damahls von der Zeitrechnung nichts mehr verſtanden als jetzt die Huronen. Numa ſetzte das Jahr auf 355 Tage, die er in 12 Monate vertheilte. Weil es doch mit dem Laufe der Sonne übereinſtimmen ſollte, mußten oft mehrere Tage eingeſchaltet werden, welches die Prieſter und Magiſtratsperſonen nach ihrem Vortheile und Gutdünken thaten. Die in dem römiſchen Kalender eingeführte Art, die Tage der Monate zu zählen, iſt die ſeltſamſte, die man nur erdenken kann. Zu Cäſars Zeiten war das Jahr ſo in Unordnung gerathen, daß er, um 67 vergeſſene Tage wieder herbeyzubringen, und den Anfang auf den Winterſtillſtand zu ſetzen, ein Jahr von 445 Tagen machen mußte. Es geſchah mit Zuziehung eines Alexandriniſchen Mathematikers, daß er dem Jahre 365 Tage, aber wegen des Überſchuſſes des aſtronomiſchen Jahrs jedem vierten Jahre 366 Tage gab, oder einen **Schalttag** im Februar zuſetzte, daher ein ſolches Jahr ein **Schaltjahr** heißt. Die Tage wurden, wie in unſerm Jahre, in 12 Monate vertheilt. Dieſes iſt die Form des neuen römiſchen oder des **Julianiſchen Jahrs**.

241. Aber dieſes Jahr von $365\frac{1}{4}$ Tagen iſt um 11′ 12″ zu lang, welches in 128 Jahren einen Tag be=

beträgt. Am Ende des 16ten Jahrhunderts war der Unterſchied auf 10 Tage angelaufen, von dem Nicäniſchen Concilium (A. 325) an zu rechnen, welches die Frühlingsnachtgleiche auf den 21. März feſtgeſetzt haben ſoll. Der Papſt Gregorius XIII. brachte die ſchon lange vergeblich verſuchte Verbeſſerung des Kalenders im Jahr 1582 zu Stande, und verordnete, daß zwar jedes vierte Jahr ein Schaltjahr bleiben, hinfüro aber die Secularjahre, als 1700, 1800, 1900 gemeine werden, das 2000ſte aber ein Schaltjahr bleiben, und ſo forthin nur das vierte Secularjahr ein Schaltjahr ſeyn ſollte. Zugleich wurden 10 Tage aus dem Kalender herausgeworfen. Daher entſteht der Unterſchied zwiſchen dem alten und dem neuen Stil, oder dem Julianiſchen und dem **Gregorianiſchen Kalender.** Bis 1700 war letzterer 10 Tage voraus; in dieſem Jahrhunderte zählt er 11 Tage mehr, und wird im künftigen um 12 vorgerückt ſeyn.

242. Durch dieſe Einrichtung bleibt die Frühlingsnachtgleiche zwar nicht genau bey dem 21. März, ſondern geht allmählig bis über einen Tag zurück (jetzt fällt ſie auf den 20. März, im J. 1792 fiel ſie ſchon auf den 19ten nach 10 Uhr Ab.), aber ſie kann ſich in vielen Jahrhunderten nicht merklich davon entfernen, weil die gemeinen Secularjahre ſie wieder vorwärts bringen. Eine noch genauere Übereinſtimmung des bürgerlichen Jahrs mit dem aſtronomiſchen würde die Zählung der Tage durch mehrere Jahre erſchweren, ohne im bürgerlichen Leben von dem geringſten Nutzen zu ſeyn. Hätte man noch den Schalttag auf den letzten Tag im Jahre verlegt, und die Monate abwechſelnd 30 und 31 Tage (den December eines gemeinen Jahrs ausgenommen) gemacht, ſo würde die Gregorianiſche Form des Jahrs alle mögliche Bequemlich-

keit mit einer ſehr großen Genauigkeit vereinigt haben.

243. Aber die Beſtimmung des Oſterfeſtes, welches man von dem Mondslaufe auf gut jüdiſch abhängig gemacht hat, verdirbt alles. In der alten chriſtlichen Kirche wurde zum Andenken des Leidens Chriſti ein Oſterlamm gegeſſen, von einigen mit den Juden am 14ten Tage des erſten Monden im Frühlinge, d. i. an dem nächſten Vollmonde nach dem Äquinoctium, von andern den nächſt darauf folgenden Sonntag. Die nicäniſche Kirchenverſammlung verordnete, daß man fernerhin nicht mit den Juden zugleich das Paſſah feyern ſollte *), vermuthlich um die Faſten vor Oſtern nicht unterbrechen zu laſſen. Nachdem die Genießung des Oſterlamms längſt unterlaſſen war, glaubte man doch, Oſtern, das Gedächtnißfeſt der Auferſtehung Chriſti, an dem nächſten Sonntage nach dem erſten Vollmonde im Frühlinge feyern zu müſſen, und ſetzte, wenn dieſer Vollmond ein Sonntag iſt, Oſtern noch um 8 Tage weiter hinaus. Das iſt der Grund unſerer Oſterrechnung, in welcher der nächſte Sonntag auf den Vollmond nach dem 21. März zum Oſterfeſte genommen wird; darum müſſen wir es uns gefallen laſſen, daß ein wichtiger Abſchnitt des Jahrs, zum Nachtheil mancher Geſchäffte, den ganzen Zeitraum vom 22. März bis zum 25. April durchwandert. Die äußerſten Gränzen erreicht es zwar nur ſelten. Von 1700 bis 1900 ſind die Jahre 1761 und 1818 die einzigen, in welchen Oſtern auf den 22. März fällt, und 1734 nebſt 1886 die einzigen, in welchen es den 25. April gefeyert wird.

244. Zur Berechnung des Oſterfeſtes muß man die güldene Zahl und den Wochentag eines jeden Monats-

*) Synodalbrief beym Manſi, Collect. Concil. T. II. p. 909.

natstages in jedem Jahre wiſſen. Die güldene Zahl zu finden, addire man zu der gegebenen Jahrszahl 1, und dividire die Summe durch 19, ſo iſt der Reſt die güldene Zahl, oder 19 ſelbſt, wenn die Diviſion aufgeht. Z. E. für 1793 iſt ſie 8.

245. Den Wochentag irgend eines Datum zu finden, hat man den Sonnencyklus, oder vielmehr Sonntagscyklus, eingeführt, eine Periode von 28 Jahren, nach welcher dieſelben Wochentage wieder auf denſelben Monatstag fallen. Der erſte Januar wird mit A, der zweyte mit B, der dritte mit C u. ſ. w. der 8te wieder mit A, und ſo immerfort im Kreiſe herum bezeichnet. Der Buchſtab, welcher auf die Sonntage fällt, heißt der Sonntagsbuchſtab dieſes Jahrs. In einem Schaltjahre wird der Schalttag oder der 24. Febr. und der 23ſte mit demſelben Buchſtaben bezeichnet. Daher hat ein Schaltjahr zwey Sonntagsbuchſtaben, z. E. das Jahr 1792 hatte den Sonntagsbuchſtaben A vor dem 24. Febr. und G nach dieſem Tage. Die Buchſtaben gehen zurück. So hat 1787 den Sonntagsbuchſtaben G; 1788 hat F und E; 1789 hat D, u. ſ. w. Die Urſache iſt, daß ein gemeines Jahr ſich mit demſelben Wochentage ſchließt, mit dem es angefangen hat.

246. Den Sonntagsbuchſtaben in dem gegenwärtigen Jahrhunderte zu finden, dividire man die ſeit 1700 verfloſſene und um ihren vierten Theil, mit Weglaſſung des etwanigen Bruchs, vermehrte Anzahl Jahre durch 7, und ziehe den Reſt, ſo wie es angeht, entweder von 3 oder von 10 ab, ſo ergiebt ſich die Zahl des Sonntagsbuchſtaben, wenn A als der erſte, B als der zweyte u. ſ. w. angenommen wird. Z. B. für 1793 iſt der Reſt 4, welcher von 10 abgezogen 6 giebt, alſo den Sonntagsbuchſtaben F.

In einem Schaltjahre kommt der gefundene Buchſtab den Sonntagen nach dem 24. Febr. zu. In dem nächſten Jahrhunderte nimmt man anſtatt der Zahlen 3 und 10 die Zahlen 5 und 12, und von der Jahrzahl den Überſchuß über 1800. Der Grund dieſer Rechnung liegt darin, daß 5 Buchſtaben auf 4 Jahre fallen, und daß das gemeine Jahr 1700 den Sonntagsbuchſtaben C hatte. Das gemeine Jahr 1800 hat E.

247. Die Buchſtaben jedes erſten Monatstages und die laufende Zahl dieſes Tages in einem gemeinen Jahre zeigt folgende Tafel:

1. Januar	a	1	1. Julius	g	182
1. Februar	d	32	1. Auguſt	c	213
1. März	d	60	1. Septbr.	f	244
1. April	g	91	1. Octobr.	a	274
1. May	b	121	1. Novbr.	d	305
1. Junius	e	152	1. Decbr.	f	335

In einem Schaltjahre wird von dem März an die Zahl der Tage um 1 vergrößert. Ein Schaltjahr iſt dasjenige, deſſen Zahl ſich durch 4 ohne Reſt dividiren läßt. Weiß man den Sontagsbuchſtaben, ſo weiß man daher, was für ein Wochentag der erſte Monatstag iſt, daher es auch für jeden andern Tag des Monats. Aus eben der Tafel erfährt man auch ganz leicht die laufende Zahl eines jeden Monatstages.

248. In dem Julianiſchen Kalender waren die Tage, auf welche in jedem Jahre des Mondscyklus die Neumonde fallen, mit der güldenen Zahl deſſelben Jahrs, und alle mit ihren Buchſtaben bezeichnet. Die güldene Zahl eines gegebenen Jahrs ſuchte man nach dem 8. März incluſ. auf, ſetzte zu dem Tage, wo ſie ſich fand, 14 hinzu, ſo hatte man den Oſtervollmond;

von

von dieſem zählte man fort, bis man den Sonntags⸗buchſtaben des Jahrs traf, ſo hatte man den Oſter⸗ſonntag. Weil der Cyklus des Mondes nur 312 Jahre lang die Neumonde wieder auf dieſelben Tage zurückbringt, ſo war die Oſterrechnung längſt ganz falſch geworden, und die chriſtliche Kirche hatte das Oſterfeſt wider ihre Abſicht ganz unrichtig gefeyert. In dem Gregorianiſchen Kalender veränderte man die ganze Berechnungsart, und ſuchte ſie ſo einzurichten, daß ſie Jahrtauſende dauern könnte. Die katholiſche Kirche ſah den Kalender als ihr Eigenthum an, wel⸗ches ſie den Aſtronomen ganz entziehen müßte, und behandelte ihn wie eine Glaubensformel, damit auf der ganzen Erde die Geiſtlichen einmüthig und mecha⸗niſcher Weiſe ihre Feſttage daraus beſtimmen könnten.

249. Anſtatt der Zahlen des Mondscyklus nahm man die Epakten (Zugaben) des Mondes. Dieſe ſind die Zahl der Tage, welche der Mond bey dem Anfange eines neuen Jahrs alt iſt. Z. B. ein Neu⸗mond fällt auf den 1. Januar, ſo fällt nach 354 Ta⸗gen, oder am 21. December, der 13te Neumond ein, und am 1. Januar des zweyten Jahrs iſt der Mond 11 Tage alt. Daher ſind die Epakten dieſes Jahrs XI. Zählen wir 19 Tage weiter, ſo haben wir am 19ten Januar den letzten Tag des Mondenmonats, und der erſte Neumond des zweyten Jahrs fällt auf den 20ſten Januar; der 12te und letzte auf den 10. December. Daher iſt mit dem dritten Jahre der Mond 22 Tage alt, und die Epakten ſind XXII. Der erſte Neumond fällt nach 8 Tagen, auf den 9. Januar, der 13te und letzte auf den 29. December, ſo daß der Mond mit dem 4ten Jahre 3 Tage alt iſt, und die Epakten III ſind. So wachſen die Epakten jedes Jahrs um 11, mit Wegnehmung der 30 als eines ganzen Monats,

wenn 13 Neumonde in ein Jahr fallen. Die folgende Tafel zeigt die Jahre des Mondscyklus, oder die güldene Zahl, die Epakten jedes Jahrs, und die Tage des Januars, auf welche die Neumonde in unſerm und dem künftigen Jahrhunderte nach der cykliſchen Rechnung geſetzt werden. Die Epakten und das Datum des erſten Neumondes machen jedesmahl die Summe 31, oder das Alter des Mondes zu Anfang des Jahrs, nebſt den übrigen Tagen bis zum Neumonde die Zahl 30.

Jahre	Jan.	Epakten	Jahre	Jan.	Epakten
1	1	*	11	11	XX
2	20	XI	12	30	I
3	9	XXII	13	19	XII
4	28	III	14	8	XXIII
5	17	XIV	15	27	IV
6	6	XXV	16	16	XV
7	25	VI	17	5	XXVI
8	14	XVII	18	24	VII
9	3	XXVIII	19	13	XVIII
10	22	IX	20	1	*

Das * bedeutet ſo viel als 30 oder 0. Wenn man ſich nämlich die Tage des Mondsalters im Kreiſe geſchrieben vorſtellt, ſo fängt bey 30 wieder ein neuer Mond an, ſo gut als wenn es 0 wäre. Die Neumonde im Januar findet man leicht, wenn man zu dem Tage, auf welchen er in einem Jahre fällt, entweder 354 Tage (12 Mondenmonate) oder 384 Tage (13 Mondenmonate) addirt, und 365 als ein ganzes Jahr wegwirft. Im 20ſten Jahre fällt der Neumond darnach auf den 2ten Januar. Er wird aber alsdenn wieder auf den 1ſten geſetzt, weil nach 19 Julianiſchen Jahren die Neumonde wieder auf dieſelben Tage treffen.

fen. Denn ein ſynodiſcher Monat beträgt 29 T. 12 St. 44′ 3″, alſo ſind

19 Mondenjahre zu 12 Monaten = =	6732 T.	23 St.	23′	24″
7 Schaltmonate = =	206	17	8	21
19 ergänzte Mondenj. =	6939	16	31	45
19 Julian. Jahre zu 365 T. 6 St. =	6939	18	0	0
Unterſchied = =	0	1	28	15

250. Nun ſetzt man durch den ganzen Kalender die Reihe der Neumondstage für alle 19 Jahre des Mondscyklus fort, indem man abwechſelnd 29 und 30 Tage für einen Monat nimmt, und den Schaltmonden 30 Tage giebt, den letzten am Ende der Periode ausgenommen. So weit iſt es noch daſſelbe Verfahren wie mit den güldenen Zahlen im Julianiſchen Kalender. Nur füllt man hier noch alle Tage mit den ausfallenden Epakten aus, damit man, wenn die Abweichung des Mondenlaufs von der Rechnung zu groß wird, eine andere Epaktenreihe, deren Zahlen um 1 größer oder kleiner ſind, nehmen könne. Im gegenwärtigen und folgenden Jahrhunderte bleibt die Epaktenreihe die nämliche.

251. Hier iſt dasjenige Stück des gregorianiſchen Calenders, welches zur Feſtrechnung gebraucht wird. Das übrige wird nie gebraucht. Es ſind diejenigen Epakten ausgelaſſen, die nicht zu der obigen Reihe gehören.

März.

März			April		
8.	d	XXIII	1.	g	
9.	e	XXII	2.	a	XXVIII
10.	f		3.	b	
11.	g	XX	4.	c	XXVI
12.	a		5.	d	XXV
13.	b	XVIII	6.	e	XXIII
14.	c	XVII	7.	f	XXII
15.	d		8.	g	
16.	e	XV	9.	a	XX
17.	f	XIV	10.	b	
18.	g		11.	c	XVIII
19.	a	XII	12.	d	XVII
20.	b	XI	13.	e	
21.	c		14.	f	XV
22.	d	IX	15.	g	XIV
23.	e		16.	a	
24.	f	VII	17.	b	XII
25.	g	VI	18.	c	XI
26.	a		19.	d	
27.	b	IV	20.	e	IX
28.	c	III	21.	f	
29.	d		22.	g	VII
30.	e	I	23.	a	VI
31.	f	*	24.	b	
			25.	c	IV

252. Das Oſterfeſt zu berechnen, muß man zuerſt die Epakten und den Sonntagsbuchſtaben ſuchen. Jene werden aus der güldenen Zahl, nach der Tafel (249.) beſtimmt. Übrigens verfährt man wie in dem Julianiſchen Kalender (248.). Z. B. für das Jahr 1793 iſt die güldene Zahl 8, alſo die Epakten XVII; und der erſte Neumond fällt auf den 14. Januar. Zählt man 59 Tage weiter, ſo kommt man auf

auf den 14. März, bey welchem man die Epakten XVII beygezeichnet findet, den Tag des Neumondes, den wir hier gebrauchen. Der Oſtervollmond fällt alſo auf den 28. März. Dieſer Tag hat den Buchſtaben c: der Sonntagsbuchſtab des Jahrs iſt f, alſo iſt der 31. März der Oſterſonntag.

Im Jahr 1794 iſt die güldene Zahl 9, die Epakten ſind XXVIII. Daher fällt der Neumond vor dem Oſtervollmonde auf den 2. April, und der Vollmond auf den 16. April, deſſen Buchſtab a iſt. Da der Sonntagsbuchſtab des Jahrs e iſt, ſo fällt Oſtern erſt auf den 20. April.

253. Die aſtronomiſchen Neumonde weichen von den cykliſchen oder gregorianiſchen oft beträchtlich ab, wiewohl dieſe mit Vorſatz etwa einen Tag ſpäter hinausgeſetzt ſind, damit ſich nicht das Unglück ereignen könne, daß die chriſtlichen Oſtern mit dem jüdiſchen Paſſah zuſammentreffen. Z. E. im Jahr 1793 fällt der erſte Neumond ein den 12. Jan. Morgens gegen 10 Uhr; nach dem Kalender erſt den 14ten. Der Neumond des März fällt auf den 12ten gegen 7 Uhr Morgens; der Oſtervollmond den 27ſten um 4 Uhr 29 Abends.

Im Jahre 1794 fällt der Oſtervollmond auf den 15. April um 11 Uhr Morgens. Im künftigen Jahrhunderte werden die cykliſchen und aſtronomiſchen Vollmonde, wegen des im Jahr 1800 auszulaſſenden Schalttages, beſſer zuſammentreffen.

254. Die **beweglichen Feſte und Sonntage** hängen von Oſtern auf folgende Art ab. Der Sonntag, welcher 9 Wochen vor Oſtern einfällt, heißt Septuageſima; auf welchen bis Oſtern die Sonntage Sexageſima u. ſ. w. folgen. Von dem 6ten Januar

nuar oder dem Feſte Epiphanias werden bis zu Septuageſima die Sonntage mit der Zahl nach jenem Feſte benennt. Nach Oſtern folgen die Sonntage Quaſimodogeniti u. ſ. w. bis Pfingſten, welches der 50ſte Tag nach Oſtern iſt. Das Himmelfahrtsfeſt iſt der 40ſte. Der Sonntag nach Pfingſten iſt das Feſt Trinitatis, und von dieſem werden die Sonntage bis zum erſten Adventſonntage gezählt, welcher immer zwiſchen dem 27ſten Novembr. und 3ten December incluſ. fällt. Die vier Quatember fallen auf die Mittwoche 1) nach Invocavit, 2) nach dem Pfingſtfeſte, 3) nach Kreuzerhöhung oder nach dem 14ten September, 4) nach Lucia oder nach dem 13ten December.

255. Die proteſtantiſchen Stände in Deutſchland blieben bis A. 1700 bey dem alten julianiſchen Kalender. In dieſem Jahre nahmen ſie mit den proteſtantiſchen Helvetiern die gregorianiſche Form des Jahrs an, und warfen 11 Tage aus dem Jahre weg, aber anſtatt der cykliſchen Feſtrechnung wählten ſie die aſtronomiſche nach Keplers rudolphiniſchen Tafeln. Dieſer Kalender heißt der Verbeſſerte. Zweymahl, nämlich A. 1724 und 1744, war das proteſtantiſche Oſterfeſt von dem katholiſchen um 8 Tage unterſchieden. Seit 1777 haben die proteſtantiſchen Stände aus guten politiſchen Gründen den gregorianiſchen Kalender angenommen. Großbritannien nahm den neuen Kalender im Jahr 1752 an; Schweden im Jahr 1753. Dänemark hat im Jahr 1700 den verbeſſerten an die Stelle des im Jahr 1582 eingeführten gregorianiſchen geſetzt. Die griechiſche Kirche hat noch den julianiſchen. Ein Patriarch zu Conſtantinopel wollte den gregorianiſchen einführen; er wurde aber deswegen von ſeinem Metropolitan abgeſetzt und ins Gefängniß geſteckt.

256. Man hat noch einen in Urkunden gebräuchlichen, übrigens unnützen Cyklus, der Römer Zinszahl oder Cyclus Indictionum genannt, eine Periode von 15 Jahren. Das Jahr 1782 beſchloß einen Kreislauf, und 1783 war wieder ein erſtes.

257. Aus der Multiplication der Zahlen 19. 28 und 15 entſteht eine große Periode von 7980 Jahren, die julianiſche Periode genannt. Sie iſt wegen ihres großen Umfangs in der Geſchichte brauchbar, um jeder Epoche darin ihre Stelle anzuweiſen. Sie fängt 4713 Jahr vor der chriſtlichen Zeitrechnung an. Daher iſt das Jahr 1793 in der julianiſchen Periode das 6506te. Kein Jahr dieſer Periode kommt mit einem andern in allen drey chronologiſchen Kennzeichen, nämlich der Zahl des Mondscyklus, des Sonnencyklus und der Indiction überein, ſo daß, wenn man von einem Jahre dieſe drey Charaktere weiß, die Zahl deſſelben beſtimmt iſt.

Die vornehmſten Epochen.

258. Eine Epoche nennt man den Zeitpunkt einer wichtigen Begebenheit, von welchem ein Volk ſeine Jahre zu zählen anfängt. So rechnet man in den chriſtlichen Staaten die Jahre von der Geburt Chriſti an. Die Jahre der Begebenheiten vor dieſer Epoche werden am bequemſten von derſelben an rückwärts gezählt.

259. Die Juden zählen von Erſchaffung der Welt, welche nach ihrer Rechnung in das 953ſte der julianiſchen Periode, das iſt, in das 3761ſte vor C. G. fällt. Sie fangen den 7ten Sept. 1793 unſerer Zeitrechnung das 5554ſte der ihrigen an. Die Epoche der Erſchaffung der Welt ſetzt der gelehrte

Petav

Petav in das 730ſte Jahr der julianiſchen Periode oder 3983 Jahre vor C. G. Der P. Riccioli, ein berühmter Chronologe, giebt nach den griechiſchen Überſetzern des alten Teſtaments, welchen er folgt, 5634 Jahre, nach dem hebräiſchen Texte und der lateiniſchen Überſetzung 4184 Jahre an, beides nur nach wahrſcheinlichen Rechnungen.

260. Die Epoche der **Olympiaden**, deren ſich die Griechen bedienten, iſt das 3938ſte Jahr der julianiſchen Periode, oder fällt in das 776ſte Jahr vor Chriſti Geburt. Eine Olympiade iſt ein Zeitraum von 4 Jahren, und fängt im Julius an.

261. Die Epoche der Römer von **Erbauung Roms** fällt in das 3961ſte Jahr der julianiſchen Periode, oder das 753ſte Jahr vor Chriſti Geburt.

262. Die Epoche der **Hegira** (Hedsjera), oder der muhammedaniſchen Zeitrechnung, fällt in das Jahr 622 nach Chriſti Geburt, und fängt mit dem 16ten Julius an, als dem Tage, an welchem Muhammed aus Mekka nach Medina fliehen mußte. Die türkiſchen Jahre ſind freye Mondenjahre. Will man die Zahl derſelben finden, ſo zieht man 621 von der chriſtlichen Jahrzahl ab, theilt den Reſt durch 33, und ſetzt den Quotienten zu dem Reſte hinzu. Die Summe iſt entweder das laufende, oder zuweilen auch das nächſtfolgende Jahr der Hegira. Im Jahr 1780 zählten die Türken das J. 1194, und fiengen es mit unſerm 8ten Januar an; und ſchon am 27ſten December traten ſie in das Jahr 1195. Im Jahr 1793 fangen ſie das 1208te den 9. Auguſt an.

IV. Die Gnomonik.

263. Die Gnomonik lehret Uhren zeichnen, welche durch den Schatten der Sonne oder des Mondes die Stunde angeben, es ſey auf einer ebenen oder krummen Fläche.

264. Die Sonne beſchreibt nach ihrem täglichen ſcheinbaren Laufe um die Erdaxe in gleichen Zeiten gleiche Winkel. Wenn man daher eine ebene Fläche parallel mit dem Äquator ſtellt, und darauf eine Stange ſenkrecht aufrichtet, ſo folgt der Schatten der Bewegung der Sonne, und beſchreibt in jeder Stunde einen Winkel von 15 Gr. um die Stange herum. Dieſe Art Sonnenuhren, welche man auch bey Mondenſchein gebrauchen kann, heißt eine **Aequinoctialuhr**. Man zieht zuerſt eine horizontale Linie ſenkrecht auf die Mittagslinie, und legt durch jene eine Ebene, welche ſich in Süden um die Höhe des Äquators über den Horizont erhebt, beſchreibt darauf einen Kreis, der in 24 gleiche Theile oder Stunden, und wenn man will, in Unterabtheilungen einer Stunde getheilt iſt, bezeichnet den gerade nach Norden liegenden Theilungspunct durch 12, die nach Oſten liegenden durch 1, 2, 3, u. ſ. w. die nach Weſten liegenden durch 11, 10, 9, u. ſ. w. ſtellt durch den Mittelpunkt den Weiſer ſenkrecht auf die Uhrfläche, ſo iſt die Uhr fertig. Man pflegt tragbare Äquinoctialuhren zu haben, deren Fläche durch einen Gradbogen auf die Äquatorshöhe jedes Orts geſtellt werden kann; mittelſt einer Magnetnadel wird ſie gehörig gegen die Weltgegenden gerichtet. So lange die Sonne dieſſeits des Äquators iſt, wird die nordliche Seite beſchienen; im Winter die ſüdliche.

265. Außer dieſer ſind die gebräuchlichſten Sonnenuhren die **horizontalen** und **verticalen**. Jene ſind

auf einer horizontalen Ebene, dieſe auf einer verticalen beſchrieben. Die erſtern haben darin einen Vorzug, daß ſie, ſo lange es Tag iſt, die Stunde weiſen, welches die andern nur einen Theil des Tages thun. Der Weiſer iſt an ihnen, ſo wie an allen Uhren, wo er unbeweglich iſt, der Erdaxe parallel, aber der Schatten beſchreibt in gleichen Zeiten ungleiche Winkel.

266. Die Zeichnung einer **Horizontaluhr** iſt leicht. Man ziehe (Fig. 36.) auf einer horizontalen Ebene die Mittagslinie CD; mache den Winkel DCL der Polhöhe des Ortes gleich; ziehe aus einem willkührlichen Puncte B von DC die ſenkrechte BA auf CL, und die unbeſtimmt lang gezogene FE ſenkrecht auf CD durch B; nehme BD gleich BA; beſchreibe aus D mit dem Halbmeſſer BD einen Halbkreis GBH; theile dieſen in 12 gleiche Theile; ziehe aus D durch die Theilungspuncte an die Linie FE die Linien D11, D10; D9, D8, D7; und D1, D2 etc. An die Durchſchnittspuncte ziehe man aus C die Linien C11, C10, C9; C1, C2, C3 etc. und mit FE die Parallele 6C6, ſo ſind dieſes die Schattenlinien von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends, und zwar die nach E liegenden die vormittäglichen, die nach F die nachmittäglichen. Die rückwärts nach 5 verlängerte C5 iſt die Schattenlinie für 5 Uhr Morgens, die nach 4 verlängerte C4 für 4 Uhr, ſo wie die Verlängerungen auf der andern Seite die 7te und 8te Stunde Abends angeben. Der Weiſer wird in C über CB unter dem Winkel BCL oder der Polhöhe aufgerichtet, ſo daß er der Erdaxe parallel iſt. Oder man richte das Dreyeck BCL lothrecht über BC auf, ſo iſt die Seite CL der Weiſer. Statt der geraden Linie BL kann man auch eine beliebige krumme nehmen. Nur muß CL mit der Erdaxe parallel ſeyn, daher eine Horizontaluhr für einen Ort

nicht

nicht für einen Ort von verſchiedener Polhöhe die- nen kann.

Dieſes Verfahren gründet ſich auf folgende Vor- ſtellung. Man gedenke ſich das Dreyeck CAB loth- recht über CB aufgerichtet, und breche die Figur nach FE, ſo daß der jenſeitige Theil horizontal bleibt, der dieſſeitige aber mit der Linie BD auf BA falle. Als- denn iſt der letztere Theil eine dem Äquator parallele Ebene, und CL iſt der Weiſer einer um D beſchrie- benen Äquinoctialuhr. Die Schattenlinien auf dieſer ſind die DB, D1, D2, etc. Fällt nun längs einer dieſer Linien, als D8, um 8 Uhr Vormittags der Schatten des Weiſers auf der Äquinoctialebene, ſo muß er auf der horizontalen nach C8 fallen. Der Schatten geht nothwendig durch den Punct C, wo der Weiſer eingeſteckt iſt. Da nun ein anderer Punct deſſelben auf der horizontalen Ebene in 8 fällt, wo die Schattenlinie D8 ſie trifft, ſo iſt C8 die Schattenlinie für 8 Uhr Morgens, und ſo mit den übrigen. Um 6 Uhr Morgens und Abends fällt der Schatten auf der Äquinoctialuhr nach GDH, parallel mit EF, und ſchneidet alſo die horizontale Ebene gar nicht. Daher iſt die Schattenlinie auf letzterer parallel mit EF, oder die Linie 6C6. In den längern Tagen fällt des Mor- gens um 5 Uhr die Schattenlinie auf der Äquinoctial- uhr längs der nach der rechten Hand hin verlängerten D5, daher auf der Horizontaluhr auch längs der nach der Rechten verlängerten C5, u. ſ. f.

267. Unter dem Äquator iſt die Polhöhe null, und der Weiſer iſt parallel mit der Horizontalfläche. Anſtatt eines Dreyecks wird dort ein Rechteck ge- braucht, welches über der Mittagslinie lothrecht ge- ſtellt wird; die obere mit der Erdaxe parallele Seite iſt der Weiſer. Eine ſolche Uhr heißt eine Polaruhr.

Man nimmt alsdenn die Höhe des Rechtecks zu dem Halbmeſſer des Kreiſes GBH, theilt dieſen wie vorher ein, zieht die Linien D 11, D 1 etc. aber ſtatt der convergirenden Linien C 11, C 10 etc. zieht man parallele mit CB durch 11, 10 ꝛc.

268. Die Sonnenuhren pflegen häufig auf verticalſtehenden Flächen, Mauern und Wänden angebracht zu werden. Der leichteſte Fall iſt, wenn die Ebene entweder über der Mittagslinie ſteht, oder ſie ſenkrecht durchſchneidet. In jenem Falle heißt die auf der Morgenſeite verzeichnete Uhr eine **Morgenuhr**, die auf der Abendſeite eine **Abenduhr**. In dem andern Falle iſt die auf der Mittagsſeite verzeichnete Uhr eine **Mittagsuhr**, die gegen Mitternacht gekehrte eine **Mitternachtsuhr**.

269. Eine Morgen- oder Abenduhr zu zeichnen, ziehe man auf der Fläche, wenn ſie genau von Norden gegen Süden läuft, eine horizontale AB (Fig. 37.), darauf DE unter dem Winkel DEB, welcher der Höhe des Äquators gleich iſt. Auf der Abendſeite liegt ſie, wie in der Figur, auf der Morgenſeite nach der linken Hand hin. Auf ihr nimmt man den Punct C willkührlich, und beſchreibt mit einem beliebigen Halbmeſſer CD einen Kreis, zieht durch C die ſenkrechte HCG auf ED, daß der Kreis dadurch in 4 Quadranten getheilt wird, ferner durch G und H die Parallelen GI, HK mit DE, und theilt den Quadranten FH in 6 gleiche Theile, zieht durch die Theilungspuncte die Linien C1, C2, C3, C4, C5, und durch die Durchſchnittspuncte mit HK die Parallelen 1, 1; 2, 2, u. ſ. mit GH, als die Schattenlinien, und über GH, als die für 6 Uhr, die Linien 7, 7; 8, 8; in denſelben Entfernungen wie 5, 5 und 4, 4.

über GH wird ſenkrecht gegen die Ebene ein Rechteck aufgerichtet, deſſen Höhe der Radius des Kreiſes CF iſt, ſo dient die obere Seite zum Zeiger.

Eine Morgen- oder Abenduhr iſt eine Polaruhr für denjenigen Ort auf dem Äquator, deſſen Horizont mit der Mittagsfläche unſers Ortes parallel iſt. Man ſtelle ſich den Kreis FHDG gegen die Uhrfläche über HK ſenkrecht aufgerichtet vor, ſo iſt die Ebene des Kreiſes parallel mit dem Äquator, und der Zeiger, der auf die Kreisfläche ſenkrecht iſt, iſt der Weltaxe parallel. Der Schatten geht am Ende jeder Stunde durch die Theilungspuncte des Kreiſes, wie auf einer Äquinoctial-Uhr, trifft alſo die Uhrfläche in den bemerkten Puncten auf HK. Die Schattenlinien auf der Uhrfläche ſind parallel mit dem ihr parallelen Zeiger, und ſenkrecht auf die erweiterte Ebene des Kreiſes, wie der Zeiger, daher ſenkrecht auf HK. Der Ort auf dem Äquator zählt 6 Uhr Morgen, wenn es an unſerm Orte Mittag iſt, weil alsdann dort die Sonne aufgeht. Iſt die Uhr auf der Morgenſeite gezeichnet, ſo zählt der Ort auf dem Äquator 6 Uhr Abends, wenn unſer Ort Mittag hat.

270. Die Ebene einer **Mittagsuhr** iſt parallel mit dem Horizont eines Orts, deſſen Polhöhe das Complement der Polhöhe des gegebenen Ortes zu 90 Graden iſt. Denn da ſie durch das Zenith geht, und auf den Meridian ſenkrecht ſteht, ſo iſt für ſie die Polhöhe die Entfernung des Ortes vom Pole. Die Zeichnung der Uhr geſchieht alſo wie in (265.). Der Winkel BCA (Fig. 36.) wird dem Complement der Polhöhe gleich gemacht. Die Linie CB wird vertical. Der Weiſer CA wird in der Mittagsfläche über CB un-

ter dem Winkel BCA befeſtigt. Auf einer Mittags⸗uhr iſt er herunterwärts gerichtet, auf einer Mitter⸗nachtsuhr aufwärts. Auf jener muß man noch die Vormittags⸗ und Nachmittagsſtunden in Abſicht auf eine Horizontaluhr verwechſeln, jene links, dieſe rechts ſetzen. Sie enthält bloß die von 6 bis 6 Uhr. Die Mitternachtsuhr enthält nur die vom Aufgange der Sonne bis 6 Uhr, und die von 6 Uhr Abends bis zum Untergange, jene rechter Hand, dieſe zur linken.

271. Sehr oft wird die verticale Fläche, wor⸗auf die Uhr gezeichnet werden ſoll, von den vier Haupt⸗gegenden abweichen. Die darauf gezeichneten Uhren heißen **abweichende.** Die Abweichung der Fläche erfährt man entweder durch Hülfe der Magnetnadel, oder durch den Schatten eines lothrechten Stabes zu Mittage, den man gegen die Fläche fallen läßt. Wenn die Fläche zu Mittage von der Sonne beſchienen wird, ſo zeichne man zuerſt (Fig. 38.) eine Horizon⸗taluhr CFBE, wie (Fig. 36.) nach der Polhöhe des Ortes, durch deren Mittelpunct C, über der Mittags⸗linie CB der Weiſer unter dem Winkel BCL, als der Polhöhe des Orts, aufgerichtet werden würde. Die verticale Ebene mache mit der Mittagsfläche den Win⸗kel CBQ, oder mit der Linie FE, welche von Morgen nach Abend geht, den Winkel QBF. Sie ſchneidet näm⸗lich die horizontale Ebene in der Linie PBQ. Auf dieſe Linie PBQ ziehe man die ſenkrechte BM, mache BM der BL gleich, oder der Linie, welche der niedergelegte Wei⸗ſer auf FE von B aus abſchneidet. Die Stundenli⸗nien der Horizontaluhr verlängere man, wo es nöthig iſt, bis an PQ, und ziehe an ihre Durchſchnitte mit derſelben von M aus die Linien MXI, MX u. ſ.; auf der andern Seite von MB die Linien MI, MII u. ſ.

In

In dem Falle der Figur iſt PQ parallel mit der Stundenlinie für $7\frac{1}{2}$ Uhr. Um dieſe Zeit alſo frühſtens oder ſpätſtens fängt die Fläche des Morgens an, und hört des Abends auf, von der Sonne auf der Mittagsſeite beſchienen zu werden, da die Schattenlinie alsdenn unendlich lang iſt. Die Lage des Weiſers zu beſtimmen, ziehe man aus C auf PQ die ſenkrechte CN, und aus M an N die Linie MN, zeichne ein rechtwinklichtes Dreyeck MNC (Fig. 39.), in welchem die Katheten NC und MN den Linien NC, MN (Fig. 38.) gleich ſind, ſo iſt CMN der Winkel des Weiſers mit der Uhrfläche, und das Dreyeck MNC wird mit der Seite MN ſenkrecht auf die verticale Uhrfläche über MN geſtellt. Die entworfene Zeichnung wird hierauf in beliebiger Größe auf die Wand getragen. Die Linie MB wird lothrecht, der Punct M iſt oben, B unten. Die Winkel der Stundenlinien mit MB müſſen genau dieſelben ſeyn wie in der Zeichnung, und der Weiſer wird über MN, welche unter dem Winkel BMN an MB gelegt wird, nach dem Winkel NMC (Fig. 39.) eingeſteckt. Die Einfaſſung der Uhr iſt willkührlich.

272. Den Grund dieſes Verfahrens einzuſehen, ſtelle man ſich die Zeichnung der Verticaluhr auf der Horizontaluhr lothrecht über PQ aufgerichtet, oder breche die ganze Figur in PQ nach einem rechten Winkel, ſo trifft der Weiſer der Horizontaluhr die Verticaluhr in M, und die Schattenlinien gehen daher alle durch M, welches daher mit Recht als der Mittelpunct der Uhr angenommen iſt. Da der Schatten des Weiſers für irgend eine Stunde, z. B. 4 Uhr, die Durchſchnittslinie PQ beider Uhren (die Contingenzlinie) in IV trifft, ſo geht der Schatten zu der gedachten Zeit durch MIV, und ſo auch zu jeder andern fällt

er in die dafür gezeichnete Schattenlinie. Weil CN horizontal iſt, und auf CP ſenkrecht ſteht, ſo iſt ſie auch ſenkrecht auf die Verticalfläche, (Geom. 172. II.) und das Dreyeck CNM, worin in der rechtwinklicht gebrochenen Figur die Kathete CM der Weiſer beider Uhren iſt, iſt bey N rechtwinklicht (Geom. 171.), und ſteht ſenkrecht auf die Verticalfläche (Geom. 171. II. 1.). Da das beſonders gezeichnete Dreyeck CNM ihm gleich iſt, ſo giebt die Seite deſſelben MC den Weiſer ab, wenn es über MN mit der Seite MN ſenkrecht gegen die Verticalfläche geſtellt wird. — Die Linie MN heißt die Subſtylarlinie; dieſe iſt nämlich allemahl der Durchſchnitt einer auf die Uhrfläche durch den Weiſer ſenkrecht geſtellten Ebene mit jener Fläche. Die Linie MB der Uhrfläche iſt lothrecht, weil ſie auf die horizontale PQ ſenkrecht gezogen iſt.

273. Uhren auf ſchiefliegenden Flächen zu zeichnen, kömmt faſt gar nicht vor, die Äquinoctialuhren ausgenommen. Wenn die Ebene zwar gegen den Horizont geneigt iſt, aber doch mit dem Meridian einen rechten Winkel macht, ſo iſt die Verzeichnung dieſelbe wie für eine Horizontaluhr; nur muß man den Winkel ihrer Mittagslinie mit der Erdaxe, welcher aus ihrer Neigung gegen den Horizont des gegebenen Orts ſogleich gefunden wird, zur Polhöhe der Ebene annehmen. Dieſe Uhren nennt man **geneigte Uhren** (horologia inclinata et reclinata). Jede ſchiefliegende Ebene kann man als parallel mit der Horizontalfläche irgend eines Ortes anſehen. Es iſt alſo nur nöthig, die Polhöhe und die Mittagslinie für eine ſolche Ebene zu finden, und die Sonnenuhr auf derſelben wird wie in (266.) gezeichnet *).

274.

*) Wie durch Hülfe der ſtereographiſchen Projection Sonnenuhren ſehr leicht, und auf geneigten Ebenen faſt eben

274. Man kann auch auf den Sonnenuhren die krummen Linien zeichnen, welche der Endpunct des Schattens an dem erſten Tage eines jeden aſtronomiſchen Sonnenmonats (234.) beſchreibt, ſo daß die Uhr zugleich ein aſtronomiſcher Kalender wird. Oder man zeichnet die krummen Linien, welche der Endpunct des Schattens beſchreibt, wenn der Tag eine gewiſſe Länge hat, als 13, 14, 15, oder 9, 10, 11 Stunden. Auch kann man eine geographiſche Sonnenuhr machen, auf welcher den Schattenlinien die Namen merkwürdiger Städte, und die Zeit ihres Mittags nach der Uhr eines gegebenen Orts beygeſetzt ſind.

275. Nicht allein auf ebenen Flächen zeichnet man Sonnenuhren, ſondern auch auf krummen. Eine **Kugel**, auf welcher man einen großen Kreis parallel mit dem Äquator gezogen, und dieſen in 24 gleiche Theile für die Stunden eingetheilt hat, giebt eine ſehr einfache ohne Weiſer, indem die Gränze des erleuchteten und dunkeln Theils auf jenem Kreiſe die Stunden anzeigt. Ein **Cylinder**, deſſen Axe parallel mit der Erdaxe geſtellt iſt, leiſtet eben daſſelbige.

276. Einem **ſenkrechten Cylinder** giebt man einen Knauf, der ſich in einer Vertiefung herumdrehen läßt, und einen horizontalen Stift als Weiſer herumführt; dieſer zeigt, wenn er nach dem Stande der Sonne im Thierkreiſe geſtellt wird, auf gewiſſen längs der cylindriſchen Fläche ſpiraliſch gezogenen krummen Linien durch den Endpunct des Schattens die Stunde an.

eben ſo leicht als auf horizontalen gezeichnet werden, habe ich in der (203.) angeführten Schrift gezeigt.

277. Das gnomoniſche Kreuz zeigt, wenn es parallel mit der Fläche des Äquators gelegt wird, durch den Schatten, welchen die Ecken eines Arms auf den andern werfen, die Stunden.

278. Ein Sonnenring zeigt mittelſt eines Sonnenſtrahls, der in eine Öffnung des Ringes fällt, auf der innern entgegengeſetzten Seite die Zeit an.

279. Der Zeiger einer Horizontaluhr kann auch ſenkrecht ſeyn, nur muß er ſich alsdenn dem Stande der Sonne am Himmel gemäß verſchieben laſſen, wenn der Schatten in die gezeichneten Stundenlinien richtig eintreffen ſoll. Man kann ſie alsdann ſo einrichten, daß ſie nicht allein die Stunden, ſondern auch die Höhe der Sonne und die Abweichung derſelben nach Oſten oder Weſten (das Azimuth) zu jeder Stunde, und die Zeit des Auf- und Unterganges der Sonne angeben. Dieſe ſinnreiche Art heißt eine Azimuthaluhr.

280. Nicht weniger ſinnreich iſt die Verfertigung eines Quadranten, vermittelſt deſſen man aus der Höhe der Sonne die Zeit finden kann. Die nähere Beſchreibung von beiden findet man in Hrn. Bode Aſtronomie §. 723 — 726.

281. Die Sonnenuhren können auch zu Mondsuhren dienen, nur muß man wiſſen, wie viel ſpäter oder früher der Mond durch den Meridian geht als die Sonne. Statt 12 Uhr muß man dieſe Zeit ſetzen, und darnach die andern Stunden gleichmäßig ändern. Da der Mond täglich 50 Min. ſich verſpätet (49.), oder ſo viel ſpäter als die Sonne zu dem Meridiane zu-

rück-

rückkehrt, ſo hat man für jeden Tag ſeit dem Neumonde 50 Min. mehr zu zählen, als der Mondsſchatten angiebt. Zur Zeit des Vollmondes geben die Stunden der Uhr die Stunden vor und nach Mitternacht an. Nach dem Vollmonde rechnet man für jeden Tag nach demſelben 50 Minuten mehr als der Mondsſchatten anzeigt.

282. Eine **Sternuhr** iſt ein kleines Werkzeug, welches aus dem Stande eines nicht weit von dem Pole befindlichen Sterns, als des letzten im Schwanze des kleinen Bären, die Zeit angiebt. Von beiden Arten Uhren iſt mehrere Nachricht bey Hr. Bode am a. O. §. 727. zu finden.

Einige

Einige Bücher zur Aſtronomie.

1. Von den Weltkörpern, zur gemeinnützigen Kenntniß der großen Werke Gottes, von R. Schmid. Dritte verbeſſerte Aufl. Leipzig 1789. 8. Sehr dienlich, die erſten Begriffe von der Aſtronomie zu geben; der Vortrag lebhaft und ſinnlich.

2. J. E. Bode, Erläuterung der Sternkunde und der dazu gehörigen Wiſſenſchaften. Berlin 1778. 8. mit 18 Kupf. Das vollſtändigſte und brauchbarſte Handbuch; faßlich und doch genau. Eine neue Ausgabe kommt 1793 heraus.

3. Deſſelben Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Sechste Aufl. Berlin u. Leipz. 1792. 8. Die Hauptabſicht iſt die Kenntniß der Sterne (Aſtrognoſie); doch ſind viele andere aſtronomiſche Lehren auf eine angenehme Art darin erläutert.

4. L. H. Röhls Einleitung in die aſtronomiſchen Wiſſenſchaften. Greifswald 1768. 79. 2 Th. 8. Der zweyte Theil enthält die mathematiſche Geographie und die Chronologie.

5. J. A. von Segner aſtronomiſche Vorleſungen. Halle 1775. 1776. Zwey Theile, 4. Ein gründliches Werk, das aber Anſtrengung erfordert. Die zur Aſtronomie nöthigen Lehren von den Eigenſchaften der Ellipſe und Parabel ſind in dem erſten Abſchnitte vorangeſchickt. Zur phyſiſchen Aſtronomie giebt dieſes Werk eine vorzügliche Anleitung.

6. Leçons d'Aſtronomie par *de la Caille*. Dritte Ausg. Paris 1761. vierte mit Anmerk. von de la Lande 1780. Eine lateiniſche Überſetzung, Wien 1757. und der Zuſätze aus der dritten Ausgabe, 1762. Der

Verf.

Verf. verſetzt ſeinen Leſer gleich anfangs in die Sonne, und läßt ihn da den Lauf der Planeten beobachten. Übrigens wird dieſes Handbuch, wegen der großen praktiſchen Geſchicklichkeit des Verfaſſers, denjenigen gute Dienſte leiſten, welche die nöthigen Elementarkenntniſſe aus der Geometrie und Mechanik mitbringen.

7. Aſtronomie par *Jerôme le Français (la Lande)*. Troiſieme édition revue et augmentée. à Paris 1792. 3 ſtarke Quartbände. Die erſte Ausgabe kam 1764 in 2 Bänden, die zweyte 1771 in 3 Bänden heraus, auf welche noch ein vierter folgte, der eine große Abhandlung über Ebbe und Fluth, und eine über den Urſprung der Sternbilder, von einem andern Verfaſſer, nebſt zahlreichen Verbeſſerungen und Zuſätzen enthält. Jene beiden Abhandlungen befinden ſich nicht bey der dritten Ausgabe. — Dieſes Almageſt iſt für den Anfänger und Geübten zugleich geſchrieben, woraus freylich einige Unbequemlichkeiten entſtehen. Es laſſen ſich auch ſonſt noch Erinnerungen gegen den Plan des Werks machen. Inzwiſchen iſt es ein Hauptwerk, ein Schatz der ältern und der neueſten aſtronomiſchen Gelehrſamkeit. Hr. de la Lande hat ſich durch viele eigene Unterſuchungen um die Aſtronomie verdient gemacht.

8. Lulofs Einleitung zur mathem. und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel; überſetzt und mit Anmerkungen vermehrt von A. G. Käſtner. Göttingen und Leipzig 1755. 4.

9. Mallets allgemeine oder mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. von Röhl. Greifsw. 1774. 4. Hiezu gehört

10. Bergmanns phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, aus dem Schwediſchen überſetzt von Röhl.

1ſte

1ſte Ausg. 1769. Zweyte doppelt ſo ſtarke Ausgabe 1780. Ein wichtiges Werk.

11. Nouveau Traité de Navigation, par M. *Bouguer*, revu et abrégé par M. *de la Caille*, à Paris 1760. 8. Hr. de la Lande verſpricht eine neue Ausgabe mit Anmerkungen. — Vollſtändiger und beſſer ſind

12. *Robertſon's* Elements of navigation. London 1754. und neuere Ausgaben, welche ich aber nicht zur Hand gehabt habe.

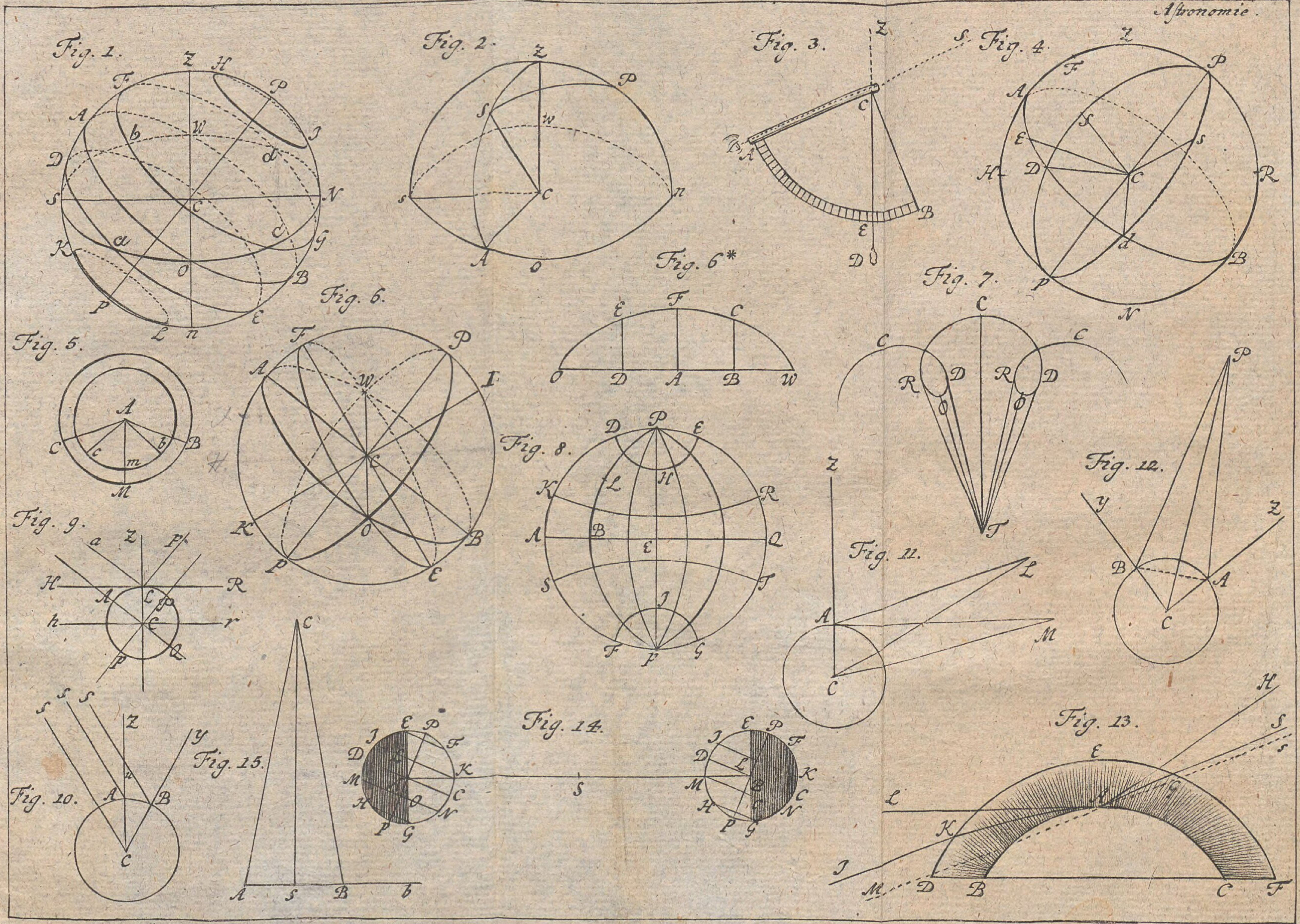
13. Röhls Anleitung zur Steuermannskunſt. Greifswald 1778. 8. Deutlich und zweckmäßig.

14. Gatterers Abriß der Chronologie. Göttingen 1777. 8. Mit vorzüglicher Genauigkeit abgefaßt.

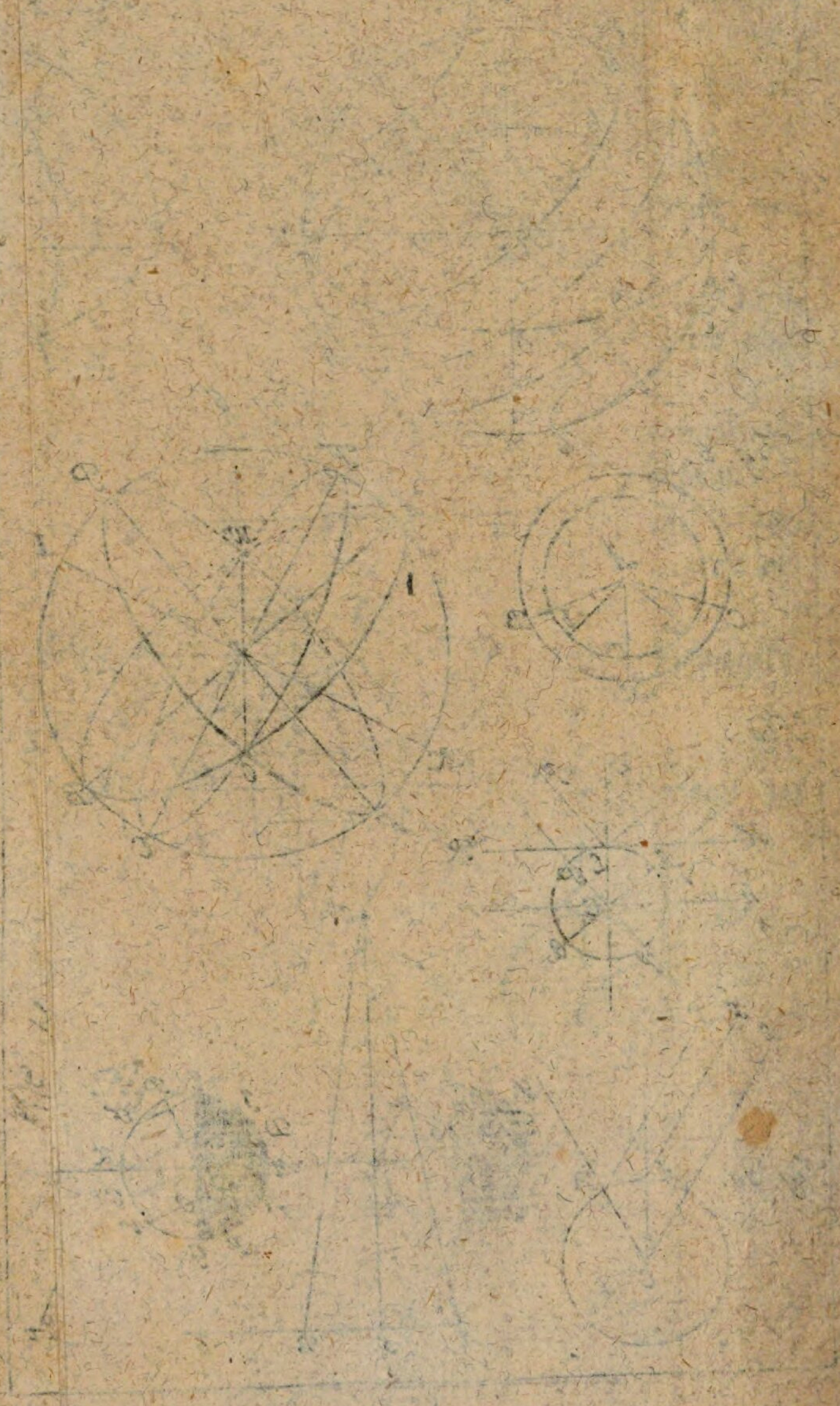
15. Neu vermehrte Welperiſche Gnomonika, 3te Ausg. Nürnberg 1708. Fol.

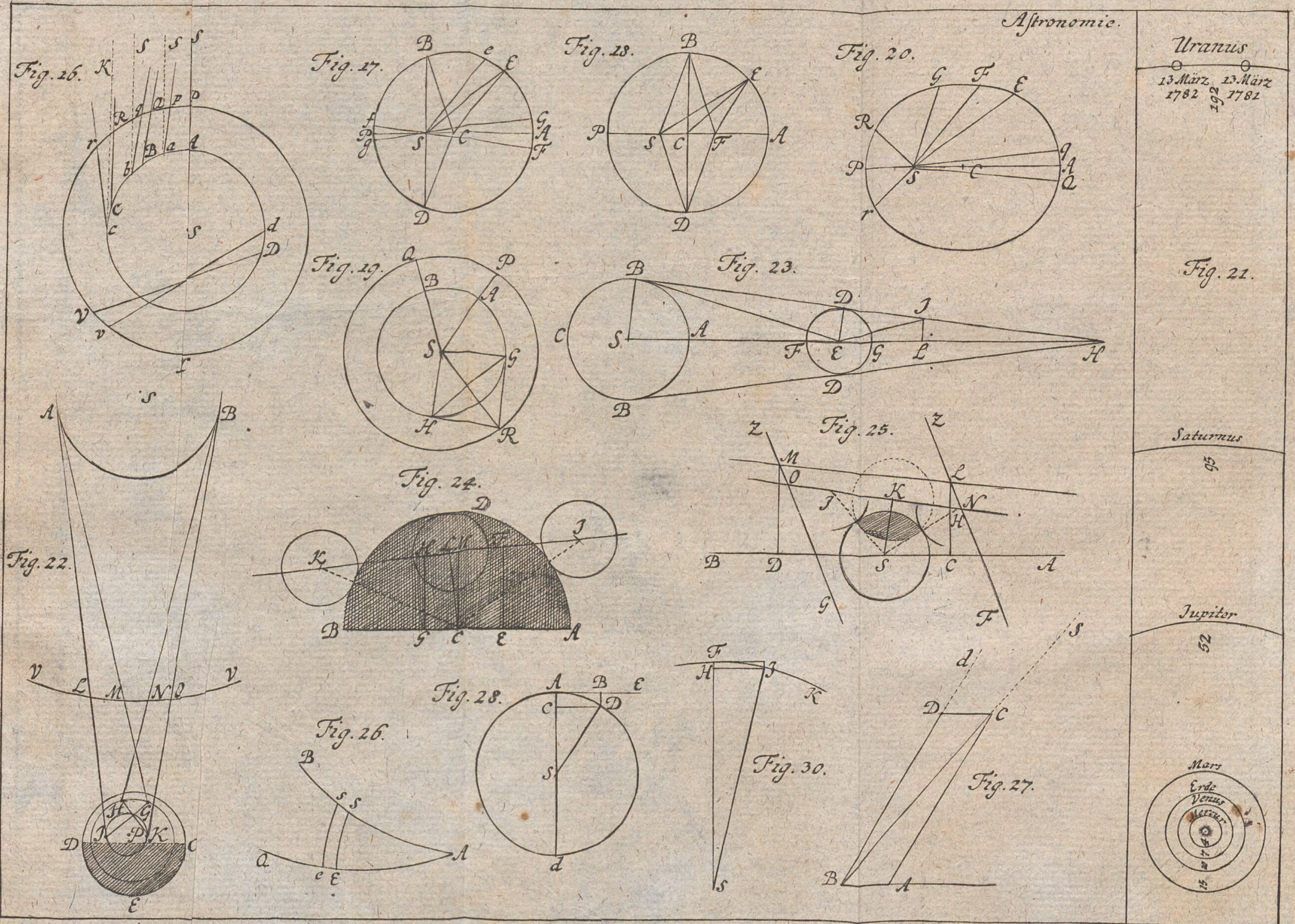
16. Penthers Gnomonik. Augsb. 1734. Fol. Lehrt die Handgriffe. Bücher über die Gnomonik hat man mehr, als man verlangt.

Aſtronomie.



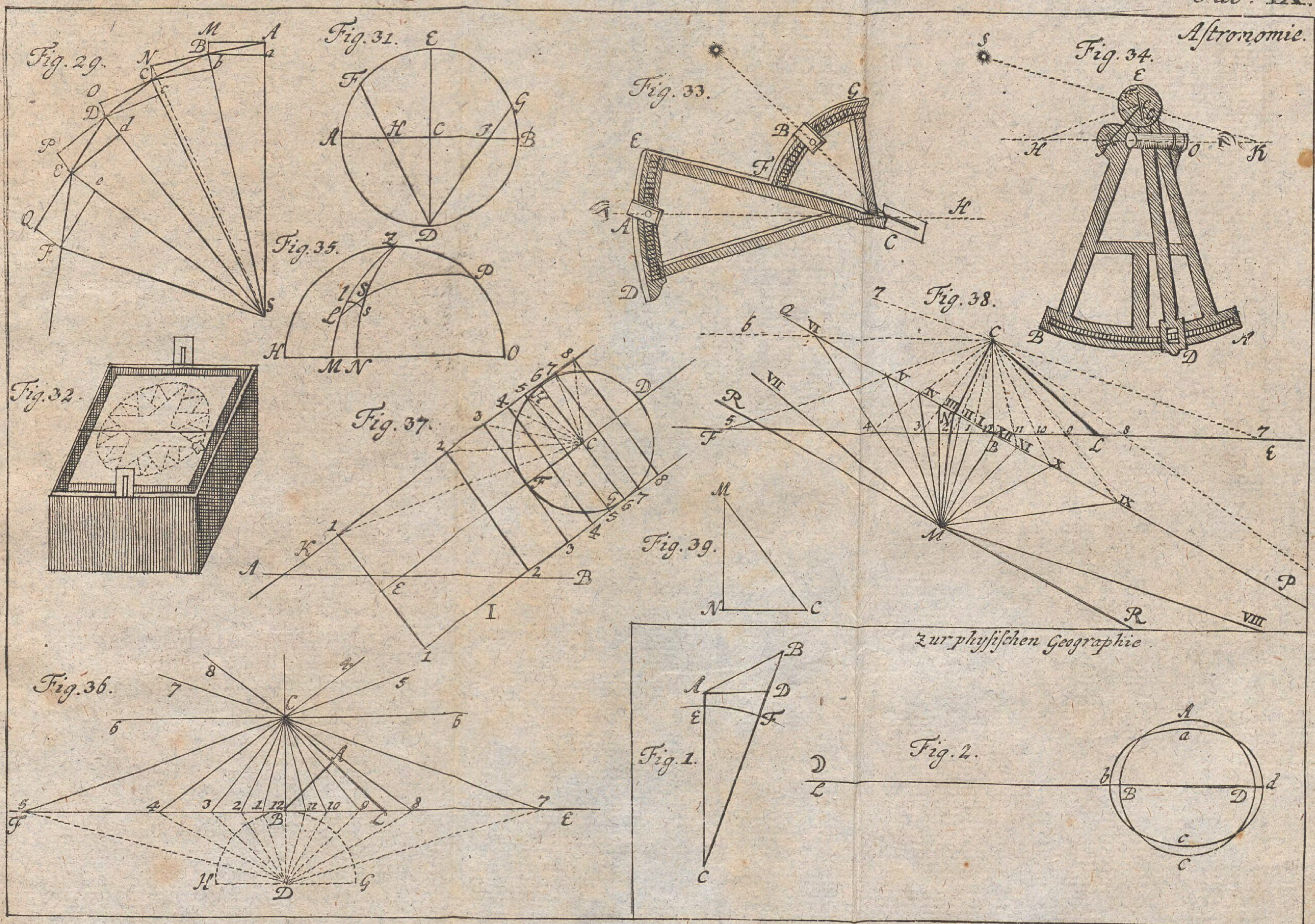
zu Klügels Encyclopaedie.
III Th. zweyte Aufl:





zu Klügels Encyclopaedie.
III Th. zweyte Aufl.

Tab. IX.



zu Klügels Encyclopaedie.
III Th. zweite Auflage.

3. Bl: [illegible]

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Klügel, Georg Simon,

Anfangsgründe der Astronomie nebst der mathematischen Geographie, Schifffahrtskunde, Chronologie und Gnomonik

Berlin und Stettin 1793

Astr.u. 95 n
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060990-4
VD18 11711523